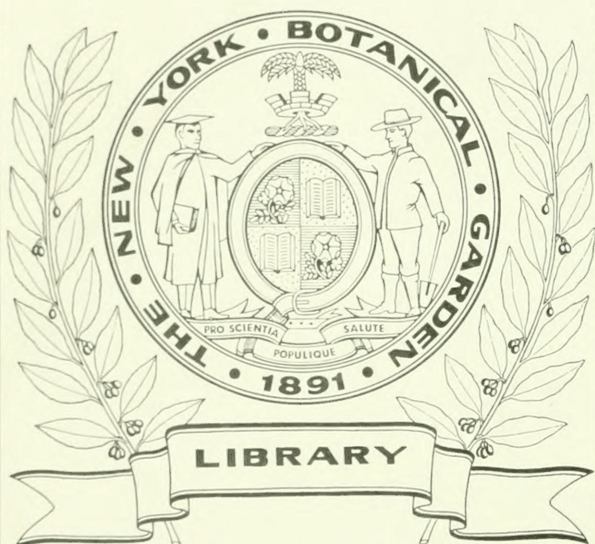
XB
.U728

1909[1]



BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislas Natanson**,
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

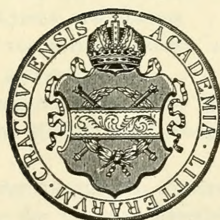
BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

ANNÉE 1909.
PREMIER SEMESTRE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

Table des matières.

N° 1. JANVIER. 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislas Natanson**,
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

Nº 1. **Janvier.** **1909.**

Séance du lundi 4 Janvier 1909.

Présidence de M. ED. JANCZEWSKI.

1. *O wietrzeniu mechanicznem piaskowców w klimacie umiarkowanym. — Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemäßigten Klima.* — Mémoire de M. *W. ŁOZIŃSKI*, présenté par M. M. P. Rudzki m. c.

Die Wüstengebiete sind die klassische Werkstätte der rein mechanischen Verwitterung. Die eigenartigen Felsformen und Skulpturen an der Gesteinsoberfläche, welche durch die mechanische Verwitterung hervorgebracht werden, kehren überall im trockenen Wüstenklima wieder, mag das Gestein homogen oder heterogen, in Wasser löslich oder unlöslich sein. Die mechanische Verwitterung ist nicht allein auf die Wüsten beschränkt und spielt in allen geographischen Breiten eine bedeutende Rolle. Im gemäßigten Klima aber wird die mechanische Verwitterung durch die Tätigkeit des atmosphärischen Wassers, welches Kalkkarbonat löst und Feldspate zersetzt, größtenteils verschleiert. Nur die Zerstörung der Sandsteine und in noch höherem Grade die der Quarzite, an denen die auflösende oder zersetzende Wirkung des Regenwassers in den Hintergrund tritt, wird hauptsächlich von der mechanischen Ver-

witterung beherrscht. Im feuchten Klima kommen nur an mächtigen Sandsteinkomplexen diejenigen Formen und Skulpturen vor, die für die Wüste bezeichnend sind, wie löcherige Auswitterung, Steingitter, Pilzfelsen u. dgl.

I. Die mechanische Verwitterung der Sandsteine.

Seit Jahren haben mich meine Studien in Sandsteingebiete geführt. Zunächst habe ich den Jamna-Sandstein (Oberkreide, z. T. Eozän) kennen gelernt, welcher in der Landschaft der ostgalizischen Karpaten eine hervorragende Rolle spielt. Die Untersuchung des nordischen Diluviums in den westgalizischen Randkarpaten bot mir vielfach Gelegenheit, den oligozänen Ciężkowicer Sandstein zu studieren. Letzterer hat dieselbe kulturhistorische Bedeutung, wie der Vogesensandstein, da seine steil geböschten Erhebungen von den meisten Burgruinen (Odrzykoń, Melsztyn, Czchów, Dobczyce u. a.) gekrönt sind. Während die stark gefalteten Karpatensandsteine nur erkennen lassen, wie die mechanische Verwitterung bei einem richtungslosen Gewirr von Klüften und Schichtfugen vor sich geht, konnte ich dank einer Unterstützung aus der Osławski-Stiftung im Sommer 1908 die Verwitterung der flach gelagerten Sandsteine des Falkengebirges und der Heuscheuer, sowie am Südrande der böhmisch-sächsischen Sandsteinplatte studieren.

Die mechanische Verwitterung hat man im trockenen Wüstenklima, wo Temperaturwechsel die größten Amplituden erreichen, zuerst erkannt und studiert. Infolgedessen wird noch in manchen Lehrbüchern unter den Faktoren der mechanischen Verwitterung der Temperaturwechsel an erster Stelle genannt. In unserem Klima aber sind die Temperaturänderungen nicht so jäh, um eine tiefgreifende Zerstörung der Gesteine zustande zu bringen. Sie können die mechanische Verwitterung nur einleiten, indem sie die oberflächliche Abschuppung veranlassen oder die Klüfte allmählich lockern und dem Spaltenfroste zugänglich machen. Die Bedeutung der Temperaturänderungen tritt gegenüber dem Spaltenfroste so weit zurück, „daß die Frostwirkung in zahlreichen, ja vielleicht in den meisten Fällen, wenn auch nicht die alleinige, so doch die bedeutsamste Ursache der Verwitterung ist“ [1]).

[1]) J. Hirschwald, Die Prüfung der natürlichen Bausteine. Berlin 1908. S. 35. — In bezug auf die Sandsteingebiete ist die Bedeutung des Spaltenfrostes

Die Beschaffenheit der Schuttmassen, welche durch die mechanische Verwitterung erzeugt werden, ist vornehmlich durch die Wetterbeständigkeit der Sandsteine bestimmt. Bei weniger widerstandsfähigen, insbesondere eisenschüssigen [1]) Sandsteinen geht der Zerfall der Trümmer in lockeren Sand sehr rasch vor sich, sodaß die Gehänge größtenteils aus Sand bestehen, welcher von Sandsteinbruchstücken durchspickt ist. Die widerstandsfähigsten Sandsteine dagegen, wie diejenigen der Heuscheuer, liefern hauptsächlich große Blöcke, die äußerst langsam verwittern und zerfallen [2]), sodaß der Sand gegenüber den Blöcken zurücktritt. Die Gehänge (sog. „Lehnen"), oben von senkrechten Sandsteinwänden gekrönt, sind zumeist mit großen, abgestürzten Blöcken bedeckt, deren Zwischenräume oft frei bleiben.

Von den Karpatensandsteinen trägt nur der relativ widerstandsfähigste Jamna-Sandstein stellenweise eine mäßige Blockbestreuung der Gehänge [3]) zur Schau.

Die Sandsteinblöcke, welche die Gehänge bedecken, zerfallen sehr langsam und zeichnen sich durch eine große Beständigkeit aus, soweit der Fuß des Gehänges nicht unmittelbar vom fließenden Wasser angegriffen wird. Dafür bietet uns das Steinetal ein treffliches Beispiel. Die Steine durchfließt von Friedland an bis zu ihrer Mündung in die Glatzer Neiße ein flachwelliges Land, das aus Rotliegendem besteht. Westwärts reicht der rote Boden des Rotliegenden bis an den Fuß des jähen, zumeist dicht mit Sandsteinblöcken besäten Ostabfalls des Falken- und des Heuscheuergebirges heran. Von diesem Steilrande aber, der noch zum Gebiete der Steine ge-

besonders von Bischof (1844), später von Partsch (Schlesien, Bd. 1. S. 79) und Hettner (Geogr. Zeitschr. Bd. 9. S. 611) gewürdigt worden.

[1]) Die Bedeutung des Eisengehaltes hat Hettner (Geogr. Zeitschr. Bd. 9. S. 611) unterschätzt. Bei unvollkommener Kornbindung genügt schon ein geringer Gehalt an Eisenverbindungen, um durch Oxydation einen raschen Zerfall der Sandsteine in Sand zu bewirken. Dadurch aber tritt an Stelle der mechanischen die chemische Verwitterung ein, deren Betrachtung außerhalb des Rahmens dieser Abhandlung liegt.

[2]) Die Blöcke der härtesten Sandsteinarten verwittern gewiß ebenso langsam, wie die erratischen, nur kantenbestoßenen Quarzitblöcke aus Skandinavien, denen man seit ihrer Zerstreuung durch das diluviale Inlandeis außer Windschliff kaum Verwitterungsspuren anmerkt.

[3]) Abgesehen von den seltsamen Blockbildungen des Gorgany-Zuges, auf die ich später zurückkommen werde.

hört, wird so gut wie kein Verwitterungsmaterial der Quadersandsteine durch die Abspülung und die kurzen Wasserrisse weitergeführt. Die Steine führt hauptsächlich nur Verwitterungsprodukte des Rotliegenden, z. T. auch der Porphyre aus dem Waldenburger Gebirge. Dieses war auch schon zur Diluvialzeit der Fall, da der obere Teil der Steineterrasse in Mittelsteine, deren Entstehung mit der Stauung durch die nordische Eiszunge im Tale der Glatzer Neiße zusammenhängt [1], ebenfalls nur aus rotem Detritus des Rotliegenden (z. T. auch der Porphyre) aufgeschüttet wurde. Erst darunter besteht der tiefste, präglaziale (altquartäre?) Teil der Steineterrasse aus feinerem Detritus der Kreidesandsteine [2].

Der Zertrümmerungsvorgang der flach gelagerten Sandsteine kann in zwei Komponenten zerlegt werden. In horizontaler Richtung dringt die Auswitterung von Schichtfugen oder sogar von Schichten, die eine unvollkommene Kornbindung besitzen, in das Innere der Sandsteinkomplexe hinein. Anderseits ist der Spaltenfrost in den senkrechten Klüften wirksam und sprengt Sandsteinquader allmählich auseinander. Die relative Geschwindigkeit, mit welcher diese beiden Vorgänge fortschreiten, hängt von der Widerstandsfähigkeit der Sandsteine ab und bestimmt ihre Felsformen. Bei den widerstandsfähigsten Sandsteinen kann die horizontale Auswitterung nur an Stelle der Schichtfugen enge, horizontal verlaufende Furchen einkerben, im großen und ganzen aber werden die Umrisse durch die Quaderablösung an senkrechten Klüften beherrscht, sodaß die Sandsteinwände, welche die Schuttgehänge überragen, senkrecht (nie überhängend) sind. Dadurch erhalten Sandsteinberge ein klotziges oder den Tafelbergen ähnliches Aussehen, dessen reinster Typus in der Heuscheuer vorliegt. Bei geringerer Widerstandsfähigkeit dagegen ist das Gegenteil der Fall. Die Auswitterung in horizontaler Richtung geht schneller vor sich, als die Lockerung senkrechter Klüfte durch den Spaltenfrost. Infolgedessen sind überhängende Felswände möglich und unter Umständen wer-

[1]) Mit E. G. Friedrich (Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1906. S. 19) habe ich diese Terrasse auf die Stauung des Steinetales durch das Inlandeis zurückgeführt, die Entstehungsweise aber ganz anders aufgefaßt. Den oberen „roten" Teil der Terrasse betrachte ich als einen Schuttkegel, den die Steine im untersten, durch das Inlandeis gestauten Teile ihres Tales aufgeschüttet hat. Vgl. Łoziński, Glacyalne zjawiska. Spraw. Kom. Fizyograf. Bd. 43. III. S. 48.

[2]) S. die Abbildung von E. G. Friedrich (a. a. O., S. 18).

den Pilzfelsen durch die allmähliche Auswitterung der Sandsteine herausgearbeitet.

Die Bildung von Pilzfelsen können wir am genauesten an den bekannten Sandsteinfelsen von Tyssa in Böhmen verfolgen. Auf

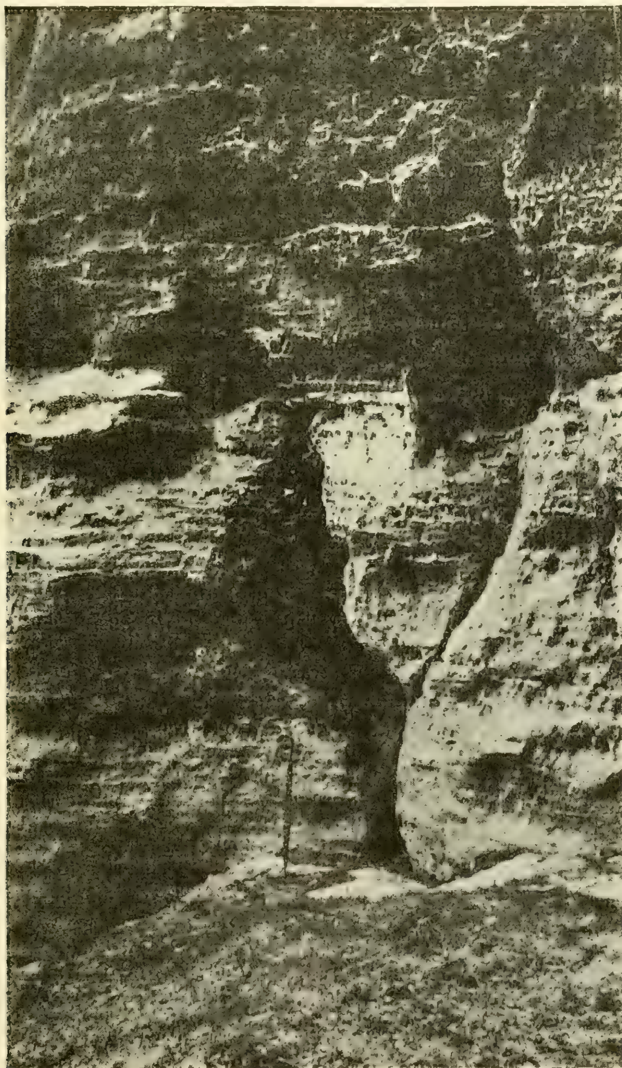


Fig. 1. Löcherige Auswitterung auf der Oberfläche des Quadersandsteins der „Tyssaer Wände“ (nach einer photogr. Aufnahme des Verf.).

der Oberfläche des Sandsteines, der an Wetterbeständigkeit weit hinter dem Quader der Heuscheuer und auch dem von Adersbach-Weckelsdorf zurücksteht, kommen überall eigentümliche Skulpturen vor, wie Steingitter, Säulengänge u. dgl., die durch J. Walther aus der Wüste bekannt geworden sind [1]. Die ausgewitterten Löcher und Höhlungen sind stellenweise so dicht, daß die Oberfläche des Sandsteines ein schwammartiges Aussehen zeigt (Fig. 1). Dennoch erweist sich der Sandstein unter dem Hammer sehr hart, als hätte sich — nach Art der Schutzrinde der Wüste — durch einen verwandten Vorgang an seiner Oberfläche eine härtere Kruste gebildet. Am auffallendsten aber sind große, ausgewitterte Löcher, die sich immer in demselben Niveau wiederholen [2]. Offenbar ist eine bestimmte Sandsteinbank von so unvollkommener Kornbindung, daß sie besonders zur löcherigen Auswitterung neigt. Ob die Bildung der Löcher etwa durch Herauswittern von kleinen, hie und da eingebackenen Geröllen eingeleitet wird, ist schwer zu entscheiden [3]. Bei fortschreitender Ausräumung der Löcher entstehen Säulengänge, deren Erweiterung schließlich den Sandstein in Pilzfelsen auflöst, welche oben von einer Vegetationskappe geschützt werden (Fig. 2). Die Entstehung von Pilzfelsen durch löcherige Auswitterung ist von J. Walther [4]) so eingehend dargestellt worden, daß wir diesen Vorgang nur durch ein Schema (Fig. 3) zu veranschaulichen brauchen.

Während im widerstandsfähigsten Quader der Heuscheuer und noch in demjenigen von Adersbach-Weckelsdorf wüstenähnliche

[1]) J. Walther, Das Gesetz der Wüstenbildung. S. 36 ff.

[2]) Darauf hat schon Hettner aufmerksam gemacht. Vgl. Gebirgsbau der Sächs. Schweiz. Forsch. z. deutsch. Landeskunde. Bd. 2. S. 294. Geogr. Zeitschr. Bd. 9. S. 614.

[3]) Immerhin spricht dafür die Tatsache, daß in den zentralasiatischen Wüsten die löcherige Auswitterung am großartigsten an Konglomeraten auftritt. Vgl. Futterer, Der Pe-schan. Geogr. Zeitschr. Bd. 8. S. 265. — Ebenso wird die löcherige Oberfläche des oberen Buntsandsteins im Elsaß auf das Herauswittern von Karneol- und Dolomitknauern zurückgeführt. Vgl. Bücking im Sammelwerke: Das Reichsland Elsaß-Lothringen. Bd. 1. S. 38.

[4]) J. Walther, Die Denudation in der Wüste. Abh. d. math.-phys. Kl. d. Sächs. Ges. d. Wiss., Bd. 16. S. 461 ff. — Die Darstellung von J. Walther wurde später von Hettner (Geogr. Zeitschr. Bd. 9. S. 613) auch für das Elbsandsteingebirge angenommen. — Verschiedene Stadien der löcherigen Auswitterung sind von A. v. Gutbier (Geogn. Skizzen aus der Sächs. Schweiz. Leipzig 1858. S. 93 ff.) abgebildet worden.

Skulpturen äußerst selten und spärlich sind, lehrt das soeben besprochene Beispiel des Tyssaer Sandsteines, daß die Bildung von Pilzfelsen nur bei weniger widerstandsfähigen Sandsteinarten möglich ist.

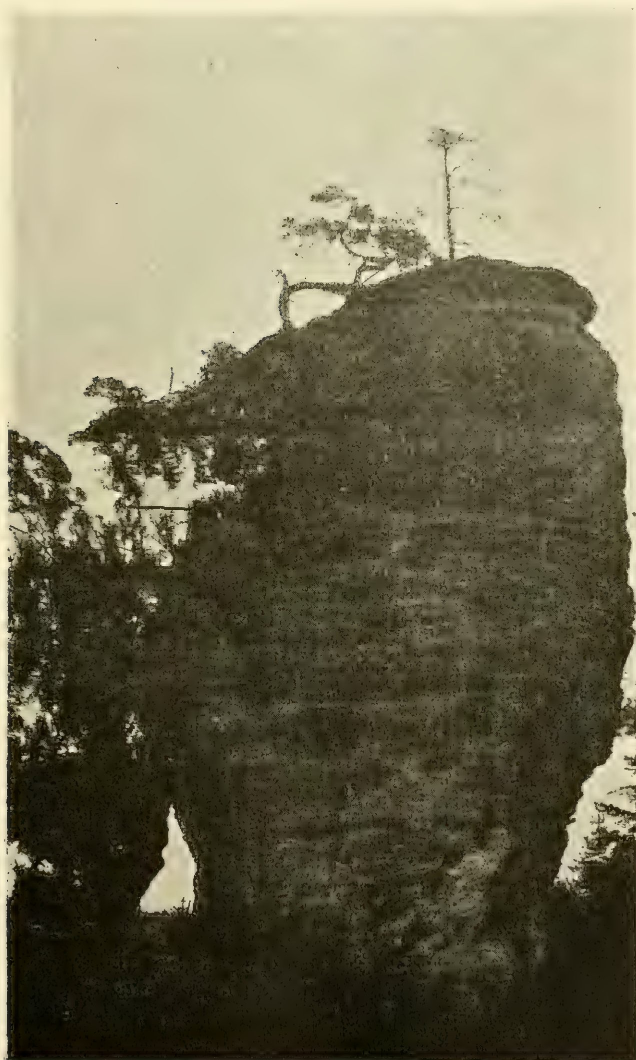


Fig. 2. Ein Pilzfelsen mit Vegetationskappe in Tyssa (nach einer photogr. Aufnahme des Verf.).

Es drängt sich die Frage auf, ob die mechanische Verwitterung der Sandsteine irgend eine Wetterseite erkennen läßt. An einsam stehenden Sandsteinpfeilern, wie z. B. dem „Teufelsstein" in Gör-

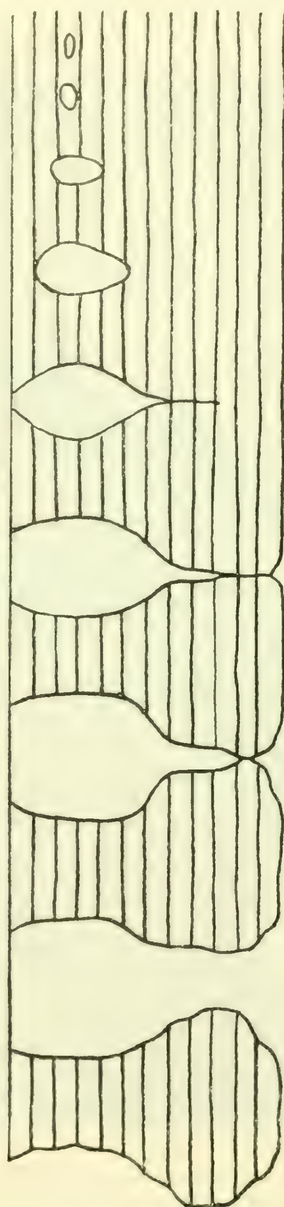


Fig. 3. Die Entstehung von Pilzfelsen durch löcherige Auswitterung der Sandsteine in Tyssa (Böhmen).

telsdorf [1]), sieht man, daß die löcherig-schichtige Auswitterung [2]) an der Ost- und Westseite keinen erheblichen Unterschied zeigt. Die Westseite, die feuchten Winden ausgesetzt ist, wird dadurch indirekt beeinflußt, indem sie viel stärker als die Ostseite von Moos und Flechten überzogen ist.

A priori müssen wir voraussetzen, daß die Südseite die Wetterseite der mechanischen Verwitterung sein kann. Sobald wir den Spaltenfrost als den vornehmlichsten, fast alleinigen Faktor der mechanischen Verwitterung in unseren Breiten anerkannt haben, kommt es in erster Linie darauf an, bei welcher Exposition das abwechselnde Gefrieren und Auftauen des Wassers im Winter sich am häufigsten wiederholt. Wie die alltägliche Erfahrung lehrt, werden Flächen, die gegen Süden exponiert sind, sogar bei Lufttemperaturen unter Null so stark zur Mittagszeit von der Sonne beschienen, daß der Schnee taut, worauf das herabrieselnde Wasser wieder gefriert. Auf Flächen dagegen, die gegen andere Himmelsrichtungen exponiert sind, findet dieses weder so oft noch in so rascher Aufeinanderfolge statt. Auf Nordgehängen aber erfolgt das Auftauen und Wiedergefrieren des Wassers (bzw. des Schnees) in verhältnismäßig so beschränktem Masse, daß man vielmehr von einem schützenden Einflusse der Schneedecke auf ihre Unterlage [3]) sprechen dürfte.

Meine Annahme, daß in unseren Breiten unter sonst gleichen Umständen [4]) die Südseite die Wetterseite der mechanischen Verwitterung ist, wird durch die Tatsachen bestätigt. In den Quadersandsteinen der Heuscheuer und von Weckelsdorf, die im allgemeinen keine Neigung zu Wüsten-

[1]) Abgebildet im Sammelwerke: Zur Geol. d. böhm.-schles. Grenzgebirges. S. 141 u. 142.

[2]) Typus 9 von J. Hirschwald (a. a. O., S. 321).

[3]) Über die schützende Bedeutung der Schneedecke vgl. insbesondere Ratzel, Die Schneedecke. Forsch. z. deutsch. Landes- u. Volkskunde. Bd. 4. S. 262.

[4]) Von den Faktoren, welche die Exposition der Wetterseite modifizieren können, ist in erster Linie der Wind zu nennen. Rodler (Vertik. Vert. d. Temperaturschwankungen um den Frostpunkt i. d. Schweiz. Zeitschr. d. Österr. Ges. f. Meteorol. Bd. 20. 1887. S. 7.) hat gezeigt, wie die Häufigkeit der Temperaturschwankungen um den Nullpunkt durch die Winde beeinflußt wird. — Überdies ist in gefalteten Gebieten auch die Schichtenlagerung nicht ohne Bedeutung, je nachdem die Schichtflächen den Gehängen etwa parallel verlaufen, oder dieselben schräg durchschneiden.

skulpturen zeigen, konnte ich dennoch stellenweise Bienenwabenstruktur und Steingitter, immer aber nur bei südlicher (oder höchstens südöstlicher) Exposition feststellen. In unvergleichlicher Großartigkeit tritt uns die Südseite als die Wetterseite im ostkarpatischen Gorgany-Zuge entgegen, indem die südlichen Gehänge im Gegensatze zu den nördlichen mit Trümmermeeren bedeckt sind [1]), die durch die mechanische Verwitterung des Jamna-Sandsteines in situ entstanden sind.

Zur Begründung meiner Ansicht, daß die Südseite der Wetterseite der mechanischen Verwitterung entspricht, konnte ich im Vorstehenden nur Beispiele anführen, die den Gebieten widerstandsfähigster Sandsteine entnommen wurden. An weniger widerstandsfähigen Sandsteinen (z. B. in Tyssa) habe ich bisher eine von der mechanischen Verwitterung bevorzugte Wetterseite vermißt. Es scheint, als wenn die Wetterseite nur bei langsamer Verwitterung wetterfestester Sandsteine zum Ausdrucke käme.

Von den bekannten Felsenmeeren des Odenwaldes kommen diejenigen, die in situ entstanden sind, auf SO-Gehängen vor [2]). Soweit in diesem Falle, wo es sich um Granit und Diorit handelt, die mechanische Verwitterung neben der chemischen in Betracht kommt, kann ich hier auch die Felsenmeere des Odenwaldes heranziehen, die ebenfalls meine Annahme stützen, daß die mechanische Verwitterung am stärksten auf Flächen wirkt, die gegen Süden exponiert sind. Im Lausitzer Gebirge trägt der Jeschken ebenfalls nur auf seiner Südseite ein „Trümmerfeld scharfkantiger Quarzfelsblöcke“ [3]).

II. Die »periglaziale« Fazies der mechanischen Verwitterung.

Auf der Oberfläche der Heuscheuer (919 m), wo der Quader in der Umrandung der böhmischen Masse die größte Höhe erreicht, tritt uns ein eigentümliches Bild tiefgehender Zertrümmerung entgegen, das dem übrigen Quadergebiete fremd ist. Die ebene Oberfläche der Großen Heuscheuer stellt ein kleines Blockfeld dar, daß

[1]) Wie es besonders in einem Exkursionsberichte von Romer (Kosmos, Bd. 29, Lemberg 1904) hervorgehoben und mit einigen Höhenangaben beleuchtet wurde.

[2]) Chelius, Die Bildung der Felsenmeere im Odenwald. Zeitschr. der deutsch geol. Ges. Bd. 48. 1896. S. 644 u. 646.

[3]) Drude, Der Herzyn. Florenbezirk. Vegetation der Erde. Bd. VI. S. 487.

kaum etwa $^1/_6$ km² umfaßt. Dicht nebeneinander sehen wir riesige Sandsteinblöcke, durch tiefe Klüfte getrennt, welche stellenweise von der Vegetation schon überbrückt worden sind. Während sonst im Quadergebiete die Anhäufungen von Sandsteinblöcken nur durch Absturz entstehen und den Aufstieg vom jeweiligen Talboden zu den senkrechten Wänden vermitteln, ist die Zertrümmerung auf der ebenen Oberfläche der Großen Heuscheuer ein Resultat der mechanischen Verwitterung in situ. Besonders charakteristisch sind schmale, von senkrechten Wänden eingeschlossene Gänge, zwischen denen manchmal noch ein Sandsteinblock oder wackelndes Parallelepiped eingekeilt ist. Freilich kommen sonst überall im Quadergebiete, wie z. B. in Weckelsdorf, ebenso schmale und viel tiefere Gänge vor, die, oft trocken oder von einem kleinen Wasserfaden eingenommen, immer aber offen sind und ein gleichsinniges Gefälle besitzen. Dieses entspricht ihrer Entstehung durch das fließende Wasser, dessen Einschneiden in vielen Fällen durch senkrechte Klüfte vorbestimmt war. Betrachtet man dagegen die schmalen Gänge auf der Großen Heuscheuer, so springt ein scharfer Gegensatz in die Augen, indem letztere geschlossen sind und beiderseits blind enden (Fig. 4). Sie können daher nur durch tiefgehende Auswitterung, die an senkrechten Klüften einsetzte, ohne Mitwirkung des fließenden Wassers entstanden sein.

Die tiefgehende Zertrümmerung des flach gelagerten Sandsteines, welche die Oberfläche der Großen Heuscheuer auf ihrem kleinen Areal zeigt, ist wesentlich identisch mit dem allerdings in unvergleichlich größerem Umfange auftretenden Zerfall des Sandsteines auf dem Gorgany-Rücken in den Ostkarpaten. Ist auch der Anblick der Trümmerbildung auf dem Gorgany-Rücken äußerlich doch ziemlich verschieden, so beruht der Unterschied nur darauf, daß der stark gefaltete Jamna-Sandstein ein richtungsloses Gewirr von Schichtfugen und Klüften darstellt. Infolgedessen zerfällt er in ein chaotisches Haufwerk von Blöcken. Das Wesen der Erscheinung aber ist in beiden Fällen dasselbe und liegt in der rein mechanischen Zertrümmerung des Sandsteines in situ.

Um die Eigentümlichkeit des Gorgany-Zuges zu verstehen, müssen wir einige bekannte Tatsachen in Erinnerung bringen, deren Verkennung die Ursache ist, daß bisher kein annehmbarer Erklärungsversuch der Blockmeere auf dem Gorgany-Rücken vorliegt. Die theoretische Gliederung der Gebirge in drei Höhengürtel

läßt über der Vegetationszone eine Schuttzone folgen und den Übergang zur Hochgebirgsregion (Firnregion) vermitteln [1]. Es wurde



Fig. 4. Blindende eines schmalen Ganges im Quader auf der Oberfläche der Großen Heuscheuer (nach einer photogr. Aufnahme des Verf.).

[1]) E. Richter, Geomorphol. Unters. in den Hochalpen. Peterm. Mitteil. Erg.-Heft. Nr. 132. S. 73 u. 74. M. Friederichsen, Beitr. zur Morphol. des Tiënschan. Verhandl. d. 14. deutsch. Geogr.-Tages. Köln 1903. S. 39 u. 40.

aber, wie E. Richter an dem Beispiele der Alpen dartut, diese Schuttzone in vielen Gebirgen durch die eiszeitlichen Gletscher verwischt und ist nur im trocknen Klima vertreten, wo die diluviale Vergletscherung von verhältnismäßig geringerem Umfange war, besonders in den Anden [1]) und im Tiën-schan [2]). In Europa ist die Schuttregion in den Gebirgen der Iberischen Halbinsel, und zwar in der Sierra de Guadarrama [3]), in der Sierra Morena [4]) und in der Sierra Nevada [5]) vorhanden, wo es wohl kleine eiszeitliche Gletscher, aber keine ausgedehnte Vergletscherung gab. In meisterhafter Weise hat E. Richter die morphologische Charakteristik der Schuttregion skizziert, indem er sagt: „Die Berge dieser Zone besitzen nicht eigentliche Mittelgebirgsformen, sondern stellen einen besonderen Typus dar, das von Schutt eingehüllte Gebirge; die Grate und die Kämme sind scharf, einzelne mit Zacken gekrönte Rippen ziehen sich an den Gehängen....“ (a. a. O., S. 73). Diese Worte geben so treu die eigentümlichen Züge des Gorgany-Rückens wieder, als hätte E. Richter gerade dieses Gebirge im Auge gehabt. Der Gorgany-Rücken ist die einzige Stelle, wo die Waldkarpaten über die Vegetationsgrenze in die Schuttregion hinaufreichen. Besonders auffallend ist die Analogie der Rückengestaltung im Gorgany-Zuge und in der viel höher (2800—3600 m) gelegenen Schuttzone des Tiën-schan [6]), jedoch mit dem Unterschiede, daß im letzteren an Stelle der Sandsteinblöcke feinerer Tonschieferschutt tritt, der wie eine zähflüssige Masse hinabgleitet.

Betrachtet man die Oberfläche der Großen Heuscheuer, so hat

[1]) Den Schuttreichtum der Anden betont neuerdings Schiller, Geol. Unters. bei Puente del Inca. N. Jahrb. f. Mineral. Beil. Bd. 24. S. 728. Vgl. auch Stelzner, Beitr. z. Geol. der Argentin. Republik. Bd. I. S. 283.

[2]) M. Friederichsen, Forschungsreise in den Zentr. Tiën-schan. Mitteil. Geogr. Ges. in Hamburg. Bd. 20. 1904. S. 157 ff.

[3]) Penck, Morph. d. Erdoberfläche. Bd. 1. S. 240.

[4]) Weite Trümmermeere altpaläozoischer Quarzite und Schiefer werden von Quelle (Zur Geol. d. span. Prov. Jaën. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 1908. S. 627) erwähnt.

[5]) Aus gelegentlichen Bemerkungen von J. Rein (Beitr. z. Kenntn. d. Sierra Nevada. Abhandl. d. geogr Ges. in Wien. Bd. 1. S. 214, 227 ff., 266) ist zu ersehen, daß der höchste Rücken der Sierra Nevada, von ungefähr 3000 m aufwärts, von reichlichem, in situ entstandenem Verwitterungsschutt der kristallinischen Schiefer umhüllt wird.

[6]) Vgl. das vom Paß Kara Kyr aufgenommene Bild in Friederichsen Forschungsreise etc. Taf. 34.

man den Eindruck, als wäre der Vorgang der mechanischen Zertrümmerung bereits im Abnehmen begriffen. Die Vegetation hat zwischen den riesigen Sandsteinblöcken Fuß gefaßt und schon manche Kluft oberflächlich mit einem Polster überbrückt. Ebenso scheint die Zertrümmerung des Jamna-Sandsteines auf dem Gorgany-Rücken einst mit viel größerer Intensität vor sich gegangen zu sein, als es gegenwärtig der Fall ist. Hier aber war die Vegetation noch nicht imstande, sich der Blockmeere zu bemächtigen [1]. Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, daß die tiefgehende Zertrümmerung des Sandsteins sich zum größten Teil in einem rauheren Klima, als das gegenwärtige, vollzogen hat und mit der allgemeinen Temperaturerniedrigung der Eiszeit zusammenhängt.

Gegenwärtig findet die intensivste Zertrümmerung der Gesteine durch den Spaltenfrost in der unmittelbaren Nähe der Firnregionen und der Inlandeismassen [2] statt. Drygalski konnte in Grönland beobachten, daß die Zertrümmerung der Gesteine durch den Spaltenfrost mit der Annäherung an den Rand des Inlandeises stark zunimmt [3]. Als das diluviale Inlandeis sich vom hohen Norden her bis in unsere Breiten erstreckte, hat es ohne Zweifel auf seine Umgebung einen erkaltenden Einfluß ausgeübt, indem ungeheure Wärmemengen zum fortwährenden Abschmelzen reichlich zufliessender Eismassen aufgebraucht wurden [4]. Es muß daher während der Eiszeit in dem südwärts an den Eisrand angrenzenden Streifen Europas ein rauhes Klima geherrscht haben, und zwar etwa ein solches, wie es J. Geikie [5]) oder C. A. Weber [6]) voraussetzten. In diesem periglazialen [7] Klima war der Spalten-

[1]) Vgl. die Tafel „Na Siniak" in „Pamietnik Towarzystwa Tatrzańskiego" 1906.

[2]) Vgl. z. B. Expéd. Antarct. Belge. Arctowski, Les Glaciers. Taf. II—IV.

[3]) Drygalski, Grönlands Gletscher und Inlandeis. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. Bd. 27. 1892. S. 8—11.

[4]) Der Einfluß einer abschmelzenden Schnee-, bzw. Eisdecke auf das Klima benachbarter Gebiete ist von Woeikof ausfürlich dargelegt und an einigen Beispielen ziffermässig behandelt worden. Vgl. Woeikof, Klimate der Erde. Bd. I. Kap. I. Gletscher und Eiszeiten. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. Bd. 16. S. 227 ff.

[5]) J. Geikie, The Great Ice Age. 3. ed. 1894. S. 386 ff.

[6]) C. A. Weber, Gesch. d. Pflanzenwelt des norddeutschen Flachlandes. Résultats scientif. du Congr. Internat. de Botanique. Vienne 1905. S. 105.

[7]) Nicht zu verwechseln mit dem „*subglazialen Klima*" von J. G. Andersson, auf welches ich zurückkommen werde.

frost im höchsten Grade wirksam und konnte eine ebenso tiefgehende mechanische Zertrümmerung der Gesteine herbeiführen, wie gegenwärtig in den Polarländern, in der Nähe der Inlandeismassen. Parallel mit der eiszeitlichen Depression der Firngrenze haben auch die Höhengrenzen der Vegetation die gleiche Erniedrigung erfahren, sodaß wir uns die Mittelgebirgsrücken in der Umrandung des nordischen diluvialen Inlandeises größtenteils waldlos und mit nicht zusammenhängenden Pflanzenformationen — wie die gegenwärtigen zirkumpolaren Vegetationsbezirke — denken müssen [1]. Dadurch waren die günstigsten Bedingungen für die mechanische Tätigkeit des Spaltenfrostes gegeben.

Zur Diluvialzeit kam auch der ostkarpatische Gorgany-Rücken in den Wirkungskreis des periglazialen, den Spaltenfrost fördernden Klimas und überragte bei weitem die eiszeitliche Vegetationsgrenze. Die großartigen Blockbildungen des Gorgany-Rückens entstanden größtenteils durch die gesteigerte Wirksamkeit des Spaltenfrostes [2] im periglazialen Klima der Diluvialzeit und stellen die eiszeitliche Schuttregion dar, die heutzutage von der Vegetation nicht erobert wurde. Wenn gegenwärtig Firnflecke in den Alpen bis zur Höhe von 840 m [3] hinabreichen, so ist es auch höchst wahrscheinlich, daß der Gorgany-Rücken unter der Herrschaft des periglazialen Klimas reichlich mit perennierenden Schneemassen bedeckt war. Während aber auf der Nordseite die Schneedecke dauernd verharren und den Untergrund gewissermaßen schützen

[1]) Die pflanzengeographischen Verhältnisse in den an den Rand des diluvialen Inlandeises anstoßenden Gebieten können nur aus dem Vergleiche mit den polaren Eisgebieten der Gegenwart beurteilt werden. Letztere sind überall von einem breiten Gürtel äußerst vegetationsarmen Bodens, meistens ohne zusammenhängende Pflanzendecke umrandet (Felsenfluren Warming's, Tundra Schimper's, „*barren grounds*“ in Nordamerika). Die antarktische Tundra erreicht stellenweise sogar den 45. Breitegrad. Die in Waldgebiete hinein herabreichenden Gletscher Alaskas und Neu-Seelands sind dagegen Ausnahmsfälle, die auf besonderen klimatischen Vorbedingungen beruhen und keine allgemeine Bedeutung haben können.

[2]) Soweit die gegenwärtigen Verhältnisse in der Schweiz einen Rückschluß gestatten, wäre bei der Entstehung der großartigen Blockbildungen des Gorgany-Rückens auch die Tatsache nicht ohne Belang, daß die Temperaturschwankungen um den Nullpunkt gerade in der Höhenzone von etwa 1200—1500 m am häufigsten sind. Vgl. Rodler, a. a. O., S. 6.

[3]) Eiskapelle bei Berchtesgaden.

konnte, fand auf den Südgehängen ein beständiger Wechsel von Auftauen des Schnees und Wiedergefrieren des Schmelzwassers statt, sodaß die Blockmeere vornehmlich auf die südlichen Gehänge beschränkt sind. Die sprengende Einwirkung des Spaltenfrostes auf den Jamnasandstein wurde durch dessen Wasserdurchlässigkeit erheblich gefördert, da das Schmelzwasser sofort — bevor noch das Wiedergefrieren erfolgte — in die Klüfte und Poren eindringen konnte [1]).

Es ist nicht schwer einzusehen, warum die eiszeitliche Schuttregion der Waldkarpaten sich inselartig nur im Gorgany-Zuge erhalten hat. Gewiß wurden auch die übrigen Waldkarpaten in demselben Maße vom periglazialen Klima der Diluvialzeit betroffen. Indessen stehen alle anderen Flyschgesteine, den Magura-Sandstein der Zentralrücken [2]) nicht ausgenommen, dem Jamna-Sandsteine an Widerstandsfähigkeit bei weitem nach. Sie lieferten daher bei der mechanischen Zertrümmerung große Mengen von feinen Verwitterungsprodukten, die nach der Eiszeit, sobald das periglaziale Klima vorüber war, unschwer von der Vegetation besiedelt werden konnten. Der äußerst widerstandsfähige Jamna-Sandstein dagegen zerfiel hauptsächlich in große Blöcke, wobei die Bildung feinen Schuttes so geringfügig war, daß die Vegetation sich heutzutage der blockbestreuten Gehänge nicht bemächtigen konnte. Es ist daher selbstverständlich, daß die großartige Zertrümmerung, die unter dem Einflusse des periglazialen Klimas der Diluvialzeit erfolgte, gegenwärtig nur im Gorgany-Zuge noch in voller Frische erhalten ist, denn gerade in diesem Teile der Karpaten zeigt der widerstandsfähigste Jamna-Sandstein die mächtigste Entwicklung.

Der Gorgany-Rücken ist der reinste Typus einer großartigen Blockbildung durch tiefgehende mechanische Verwitterung in situ, die größtenteils unter der Herrschaft des periglazialen Klimas erfolgte. Diese besondere Art der Gesteinszertrümmerung bezeichne ich als periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung.

Die Tatsache, daß in der Nähe der Inlandeismassen die Verwitterung unter ganz besonderen Umständen vor sich geht, ist zu-

[1]) Es ist eine längst bekannte Tatsache, daß die Umbildung von Schnee in Firn und Eis auf wasserdurchlässiger Unterlage bedeutend erschwert ist. Vgl. Ratzel, Die Schneedecke, S. 211 u. 212.

[2]) Der Magura-Sandstein bildet nur auf dem Gipfel der Babia Góra eine kleine Schuttkappe.

erst von J. G. Andersson mit großem Scharfsinn erkannt und betont worden. Die hervorragende Kenntnis der Verwitterungsvorgänge in hohen Breiten führte J. G. Andersson zur Annahme eines „subglazialen" Klimas [1], mit dem er eine „subglaziale Fazies der Eiszeit« [2]) in Zusammenhang brachte. Meine Auffassung der „periglazialen" Verwitterungsfazies ist aber wesentlich verschieden. J. G. Andersson hatte vornehmlich das seltsame Schuttgleiten auf Falkland und auf der Bären-Insel im Auge und diese gleitende Bewegung sollte nach ihm das Wesen der Erscheinung bilden. Zur Erklärung des Gleitens setzte er eine starke Durchfeuchtung des Bodens voraus, die er durch reichlichen Schneefall im Winter und ausgiebige Schneeschmelze im Sommer zu begründen suchte. Nach meiner Auffassung dagegen liegt das Wesen der periglazialen Verwitterungsfazies in der mechanischen Gesteinszertrümmerung in situ und es ist der Spaltenfrost als wichtigstes Agens [3]) im periglazialen Klima zu bezeichnen. Ob die Blockbildungen ins Gleiten geraten oder in situ angehäuft werden, hängt nur von Nebenumständen ab. Daß das Schuttgleiten eine lokale Begleiterscheinung der periglazialen Verwitterungsfazies ist, wird durch diejenigen Fälle bewiesen, wo bewegliche und stabile Blockbildungen nebeneinander vorkommen, wie z. B. im Odenwald oder im südlichen Ural. Es ist begreiflich, daß die periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung in vielen Fällen von gleitenden Bewegungen ergriffen wurde. Die Blockbildungen der periglazialen Fazies sind nur auf die widerstandsfähigsten Gesteinsarten beschränkt, welche in der Regel ihre weichere Umgebung überragen. Dadurch ist aber auch die Wahrscheinlichkeit des Gleitens von großen und schweren Blöcken auf einer geneigten, schlüpfrigen Unterlage gegeben.

Nachdem wir die mechanische Zertrümmerung in situ als das Wesen der periglazialen Verwitterung anerkannt und das typische Beispiel des Gorgany-Zuges erörtert haben, müssen wir die

[1]) J. G. Andersson, Solifluction. Journal of Geol. Bd. 14. 1906. S. 101—102 und 112.

[2]) Peterm. Mitteil. Bd. 49. 1903. S. 33. — „Subglaziale Fazies" ist aus formellen Gründen nicht zulässig, da „subglazial" in der Glazialgeologie in einem ganz anderen Sinne gebraucht wird.

[3]) Besonders wenn wir mit C. A. Weber (a. a. O.) in der Umgebung des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises das Dauern der Nachtfröste bis weit in den Sommer hinein voraussetzen.

Frage in Erwägung ziehen, inwieferne diese Art der mechanischen Verwitterung auch anderweitig vertreten ist. A limine sind solche Blockbildungen auszuschließen, deren Entstehung lediglich durch lokale Lagerungsverhältnisse oder Schichtenwechsel bedingt ist. Zu diesen gehören die bekannten Blockbildungen im Oligozän des Pariser Beckens, die durch Auswaschung von Sand entstehen, ferner die großartigen Blöcke cenomanen Sandsteines an den Gehängen des Dupa-Canyons in Podolien [1], wo eine Unterminierung durch die Abspülung unterlagernder Silurschiefer stattfindet, u. a. Ebenso liegt in dem „Pfahl" des Bayrischen Waldes nur die *dyke*ähnliche Auswitterung eines harten Quarzganges zwischen aufgerichteten kristallinischen Gesteinen vor. Soweit es die vorhandene Literatur gestattet, kann ich vorläufig die periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung in folgenden Fällen feststellen.

Polnisches Mittelgebirge.

(Pusch, Geogn. Beschr. v. Polen. B. I. S. 67. — Siemiradzki, Studien im poln. Mittelgebirge. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Bd. 36, 1886. S. 679).

Auf der Höhe des Św. Krzyż-Rückens, welcher die Oberfläche des diluvialen Inlandeises als Nunatak überragte, kommen Blockanhäufungen unterdevonischen Quarzites vor, die von Siemiradzki unrichtig als diluviale Moräne angesprochen wurden. In Wirklichkeit aber liegt hier, wie bereits Pusch angedeutet hat, eine tiefgehende mechanische Zertrümmerung des Quarzits in eckige Blöcke in situ vor. Die Schrammen auf der Oberfläche des Quarzits, die Siemiradzki beobachtet haben will, könnten davon herrühren, daß zur Diluvialzeit der eisumflossene Św. Krzyż-Rücken höchst wahrscheinlich mit perennierenden Firnflecken bedeckt war, welche — wie das Beispiel der Eiskapelle bei Berchtesgaden [2] lehrt — eine gletscherähnliche Schrammung ihrer felsigen Unterlage bewirken können. Die Glättung der Quarzitoberfläche, die ebenfalls von Siemiradzki erwähnt wurde, dürfte durch Windschliff erklärt werden [3]. Der Św. Krzyż-Rücken, als er vom diluvialen Inlandeise

[1]) Vgl. Łoziński, Doliny rzek. Taf. II B und III.

[2]) Penck, Das Land Berchtesgaden. Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins. Bd. 16. 1885. S. 263.

[3]) So z. B. sind die Quarzitblöcke skandinavischer Herkunft, die auf der Oberfläche des nordischen Diluviums herumliegen, in der Regel durch Windschliff geglättet.

umflossen war, kann am besten mit dem den Rand des antarktischen Inlandeises überragenden Gaussberge verglichen werden, der eine tiefgehende mechanische Verwitterung zeigt und z. T. mit eigenem „Bergeis“ bedeckt ist, welches stellenweise in das Inlandeis übergeht und an dessen Bewegung teilnimmt [1]). In der westlichen Fortsetzung des Św. Krzyż-Rückens, jenseits des Durchbruches der Schwarzen Nida, ist auch der bis 450 m hohe Masłow-Rücken mit scharfkantigen Blockbildungen desselben Quarzites bedeckt [2]).

Jeschken im Lausitzergebirge.

(Drude, Der Herzynische Florenbezirk. Vegetation der Erde. Bd. VI. S. 487 und Taf. zu S. 486).

Die scharfkantigen, in situ entstandenen Blockbildungen des altpaläozoischen Quarzschiefers auf der Südseite des Jeschken, von denen Drude eine vortreffliche Abbildung gibt, sind ohne Zweifel der eiszeitlichen Schuttregion zuzurechnen.

Odenwald.

(Chelius, Die Bildung der Felsenmeere im Odenwald. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 48. 1896. S. 644 ff. — Chelius, Geol. Führer durch den Odenwald. 2. Aufl. S. 38 ff.).

Die Felsenmeere des Odenwaldes sind der einzige mir bisher bekannte Fall, wo die periglaziale Verwitterungsfazies in eruptiven Gesteinen auftritt. Neben beweglichen Blockbildungen kommen auch solche vor, die nach Chelius ohne Transport sich angehäuft haben. Zu diesen gehören die Trümmermeere auf der SO-Seite des Felsberges, die aus Granitblöcken von 0·5—5 m^3 Inhalt zusammengesetzt sind.

Hunsrück.

(Lossen, Geogn. Beschr. der linksrhein. Fortsetzung des Taunus. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Bd. 19. 1867. S. 513 u. 618. — Grebe, Quarzit-Sattel-Rükken im südöstl. Teile des Hunsrück. Jahrb. der kgl. preuß. geol. Landesanst. f. 1880. S. 243 ff. — Leppla, Schuttbildungen des Taunusquarzites. Ebda. f. 1894. S. XXXVIII ff. — Erläuterungen zur geol. Spezialkarte von Preußen. Lief. 63 von A. Leppla. Blatt Morscheid, Oberstein u. Buhlenberg).

Die mechanische Zertrümmerung des Taunusquarzits tritt am stärksten im Hochwald hervor. Die Blöcke erreichen die Größe von

[1]) Deutsche Südpolar-Expedition 1901—03. Bd. II. S. 28—32, 45 und 59.

[2]) W. Nałkowski in Głos, Jahrg. 15. Warschau 1900. S. 38.

1—2 m^3 und sind auf flachen Gehängen in situ zu sog. „Rosseln“ angehäuft, gleiten dagegen auf steileren Gehängen talwärts hinab. Die hohen Quarzitrücken zeigen nach Leppla oft eine gratartige Zuspitzung.

Im Idarwald, wo der Taunusquarzit weniger fest gebunden ist, erreichen seine Blöcke nicht diejenige Größe, wie im Hochwald, und sind in einer lehmig-sandigen Masse eingebettet. Danach kann der Verwitterungsschutt des Taunusquarzits im Idarwald nicht den echten Blockbildungen, vielmehr aber der periglazialen, sog. „*Rubble-drift*“ Südenglands gleichgestellt werden.

Letzteres scheint auch für die Schuttbildungen des kambrischen Quarzits *(Revinien)* im Hohen Venn, in der Umgebung von Spa zuzutreffen. Aus spärlichen Literaturnachrichten [1]) ist nur soviel zu ersehen, daß Quarzitblöcke, ebenfalls in einer Lehmmasse eingebettet, auf der Hochfläche in situ angehäuft sind, an den Gehängen dagegen talwärts hinabgleiten.

Südlicher Ural.

(Karpinski-Tschernyschew, Carte géol. géner. Feuille 139. Mém. du Com. Géol. Bd. III. Nr. 2. Taf. II. — Tschernyschew in Guide du VII. Congrès Géol. Internat. III. Taf. H. — H. Credner, Reiseskizzen aus dem Ural. Geogr. Zeitschr. Bd. 4. 1898. S. 70. — M. Friederichsen, Der südl. u. mittl. Ural. Sep.-Abdr. aus Mitteil. d. Geogr. Ges. in Hamburg. Bd. 14. 1898. S. 6. — Philippson, Reise durch den Ural. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. zu Bonn. 1898. S. 58 u. 63. — Tietze, Eine Reise nach dem Ural. Beil. zu Monatsblätter des Wissensch. Klubs in Wien. 1898. S. 9).

Am großartigsten tritt uns die eiszeitliche Schuttregion im südlichen Ural entgegen. Sowohl die niedrigeren Rücken [2]), wie auch die höchsten Gebirgszüge [3]), die im Iremel bis zur Höhe von 1600 m hinaufstreben, sind weit und breit mit Blockmeeren unterdevonischen Quarzites bedeckt (Fig. 5), die größtenteils in situ entstanden sind. Die nackten, blockbedeckten Rücken mit hervorspringenden Felsklippen zeigen die vollständigste Analogie mit dem ostkarpatischen Gorgany-Zuge [4]). Nach Philippson reicht die Block-

[1]) E. Delvaux, Note sur l'excursion de la Soc. géol. à Spa. Annales de la Soc. Roy. Malacolog. de Belgique. Bd. 20. 1885. S. 16. – Gosselet, L'Ardenne. S. 123.

[2]) Z. B. Schujda, Alexandrowskaja Sopka u. a.

[3]) Taganaj, Urenga, Sukka, Iremel, Nary u. s. w.

[4]) Diese Analogie fällt besonders auf, wenn man das treffliche Bild von Philippson (Europa. 2. Aufl. 1906. S. 701) betrachtet.

bestreuung der Gehänge bis in die flachen Hochmulden hinab, welche die Gebirgsrücken trennen. In diesen Hochmulden aber sind die Blockmeere schon vom Walde besiedelt worden. Unter Umständen gleiten riesige Quarzitblöcke an den Gehängen hinab und es



Fig. 5. Die Blockbildungen des unterdevonischen Quarzites auf der Hochfläche des Berges Jurma (zirka 1000 m) im südlichen Ural (nach einer Originalaufnahme des Herrn Prof. J. Morozewicz).

entstehen breite Blockströme, die denjenigen der Falkland-Inseln ganz ähnlich zu sein scheinen.

Die tabellarische Übersicht der soeben besprochenen Vorkommnisse zeigt den innigsten Zusammenhang der periglazialen Verwitterungsfazies mit der Südgrenze des nordischen Inlandeises. So gut es ging, habe ich auch die Höhengrenzen der periglazialen Blockbildungen anzugeben versucht. Die beiläufigen Zahlen sind gewiß recht ungenau, da die betreffenden Blockbildungen in der bisherigen Literatur größtenteils nur mit kurzen Bemerkungen erledigt wurden. Immerhin aber führen die Höhenzahlen zu einem sehr wichtigen Resultate, indem sie die allgemeine Regel bestätigen, daß die Schuttregion der Gebirge umso stärker ausgebildet ist, je trockener das Klima ist. Überblickt man die Höhenzahlen, so ersieht man,

Übersicht der periglazialen Blockbildungen in der Umrandung des nordeuropäischen diluvialen Inlandeises [1]).

Südgrenze der nordischen Vereisung 52° N. Br.		Südgrenze der nordischen Vereisung im nördlichsten Böhmen 50° 50′ N. Br.	Vergletscherung des Riesengebirges (Firngrenze 1150 m) Südgrenze der nordischen Vereisung im Hirschberger Tale und im Waldenburgischen 50° 45′—50° 50′ N. Br.		Südgrenze der nordischen Vereisung 50° N. Br.	58° N. Br. (im Kama-Gebiete)
Hochwald im Hunsrück 49° 40′ N. Br. Unterdevonischer Quarzit (Taunusquarzit) 400—800 m	Felsberg im Odenwald 49° 40′ N. Br. Hornblendegranit 300—515 m	Jeschken im Lausitzer Geb. 50° 45′ N. Br. Altpaläozoischer Quarzschiefer zirka 900—1010 m	Große Heuscheuer 50° 30′ N. Br. Quadersandstein (Emscher) 919 m	Św. Krzyż-Rücken im polnischen Mittelgebirge 51° N. Br. Unterdevonischer Quarzit 400 - 600 m	Gorgany-Zug in den ostgalizischen Karpaten 48° 30′ N. Br. Oberkretazischer (z. T. eozäner) Jamna-Sandstein 1300—1818 m	Südlicher Ural 54°—55°30′ N. Br. Unterdevonischer Sandstein und Quarzit 600—1600 m
Nordgrenze der Vergletscherung in den Alpen (Firngrenze 1200—1300 m), im Schwarzwald (Firngrenze 950 m) und in den Vogesen (Firngrenze 800 m) 48° N. Br.			Nordische Eiszunge in der Grafschaft Glatz 50° 30′ N. Br. Südgrenze des nordischen Inlandeises im Odertale 49° 30′ N. Br.	Südgrenze der nordischen Vereisung in den westgalizischen Randkarpaten 49°30′—50° N. Br.	Lokale Vereisungen in den Ostkarpaten und Transsylvanischen Alpen (Firngrenze 1450—1900 m) 45°—48° N. Br.	

[1]) Außerdem gehören zur periglazialen Verwitterungsfazies die Blockbildungen von Quarzit im Harz. Vgl. Rinne, Prakt. Gesteinskunde. 3. Aufl. 1908. Abb. auf S. 288.

wie der vertikale Umfang der periglazialen Blockbildungen von Westen nach Osten zunimmt. Im ostkarpatischen Gorgany-Zuge erstreckt sich die eiszeitliche Schuttregion schon über eine Höhenstufe von etwa 500 m; im fernen Osten dagegen, im südlichen Ural erreicht der vertikale Umfang der eiszeitlichen Schuttregion das Doppelte und beträgt ungefähr 1000 m.

An dem Beispiele des Gorgany-Zuges ist schon erörtert worden, daß die periglaziale Verwitterungsfazies nur an den härtesten Gesteinsarten hervortritt. Dasselbe ist überall in der Umrandung der nordischen Vereisung der Fall. In weniger widerstandsfähigen Gesteinen ist die periglaziale Verwitterungsfazies durch reichliche Bildung des feinsten Schuttes [1]) verschleiert und kann mit Ausnahme äußerst weniger Fälle [2]) von späteren Verwitterungsprodukten nicht unterschieden werden. Infolgedessen tritt uns die periglaziale Verwitterungsfazies inselartig nur in den härtesten Sandsteinen und Quarziten (mit Ausnahme des Odenwaldes) auf, die hauptsächlich in große Blöcke zertrümmert worden sind, welche ihrerseits äußerst langsam zerfielen und durch feine Schuttbildung nicht verhüllt wurden. Dadurch war aber die Möglichkeit des Fortbestehens und der Fortbildung von periglazialen Blockanhäufungen gegeben. Denn der Mangel an größeren Mengen feiner Verwitterungsprodukte erschwerte die Besiedelung durch die Vegetation [3]) und die blockbestreute Gesteinsoberfläche konnte noch in der Postglazialzeit und gegenwärtig, wenn auch mit geringerer Intensität, vom Spaltenfroste weiter angegriffen werden.

Die Gestalt, in welcher die eiszeitliche Schuttregion uns entgegentritt, ist von den jeweiligen tektonischen Verhältnissen abhängig. Die dachartige Zuspitzung der Kämme, welche E. Richter (a. a. O.) für die Schuttregion verlangt, tritt nur bei einem stark zusammengepreßten Schichtenbau, wie z. B. im Gorganyzuge auf. In der Schuttregion des südlichen Ural sind scharfe Kämme

[1]) Bei eruptiven und kristallinischen Gesteinen kommt noch die Bildung von Lehm durch die chemische Zersetzung der Feldspate hinzu.

[2]) Wie z. B. die sog. „Rubble-drift (Head)“ im südlichsten, vom Inlandeise nicht berührten England. Vgl. J. Geikie a. a. O. S. 389. Geinitz, Das Quartär (in Lethaea geognostica). S. 413 u. 414. Spethmann, Oberflächengestaltung Cornwalls. Globus. Bd. 94. 1908. S. 331.

[3]) Zumal das atmosphärische Wasser außerordentlich schnell in den leeren, vom feineren Material nicht ausgefüllten Zwischenräumen versickert.

nicht überall vorhanden. Wo die Faltung weniger intensiv war, sind die blockbedeckten Rücken flach gerundet, wovon Jurma (Fig. 5) ein schönes Beispiel bietet [1]). Desgleichen zeigt der Św. Krzyż-Rücken keine Zuspitzung [2]). In der Großen Heuscheuer, die aus flach gelagertem Quadersandsteine aufgebaut ist, wird die ebene Oberfläche eines Tafelberges von der tiefgehenden mechanischen Zertrümmerung in situ beherrscht.

Zum Schlusse möchte ich noch die Frage der präglazialen Verwitterung Skandinaviens streifen. Die ungeheuren Mengen von skandinavischem Verwitterungsschutt, die das diluviale Inlandeis über dem norddeutschen Flachlande verstreut hat, können nur zum Teil von der direkten Abnützung des unterlagernden Gesteins durch die absplitternde und abbröckelnde Wirkung des Eisschubes abgeleitet werden, die besonders scharf von W. Salomon [3]) präzisiert wurde. Hauptsächlich aber müssen wir an dem Standpunkte von Drygalski's festhalten, wonach der Schuttinhalt des diluvialen Inlandeises in erster Linie durch die präglaziale Verwitterung vorbereitet war. Die Beschaffenheit des nordischen Materials der Diluvialablagerungen, wie ich sie im gemengten Diluvium am westgalizischen Karpatenrande kennen gelernt habe, wirft einiges Licht auf den präglazialen Verwitterungsschutt Skandinaviens. Im gemengten Diluvium, wo seine ursprüngliche Moränenbeschaffenheit keine nachträgliche Umlagerung erfahren hat, kommen manchmal wohlgerundete, kristallinische Gesteinsbrocken und Blöcke skandinavischer Herkunft vor, woraus geschlossen werden kann, daß das diluviale Inlandeis auf der präglazialen Oberfläche Skandinaviens hie und da fluviatile Schotterabsätze vorfand. Größtenteils aber sind die kristallinischen Gesteinsbrocken und Blöcke nordischer Herkunft kaum kantenbestoßen, und dieser Umstand macht es wahrscheinlich, daß das diluviale Inlandeis auf der Oberfläche Skandinaviens sich vornehmlich eckiger Blockbildungen bemächtigte, die durch tiefgehende mechanische Verwitterung in situ während der Präglazialzeit entstanden waren. Der allmählichen Bildung und Ausbreitung der diluvialen Eisdecke über Skandinavien ging höchst-

[1]) Nach einer Mitteilung des Herrn Prof. J. Morozewicz.

[2]) Nach einer Mitteilung des Herrn Dr. J. Smoleński. Vgl. auch W. Nałkowski, a. a. O., S. 100.

[3]) W. Salomon, Können Gletscher im anstehenden Fels erodieren? N. Jahrb. f. Mineral. 1900. Bd. II. S. 126 ff.

wahrscheinlich ein rauhes Klima voraus, das den Übergang vom milden Klima der Tertiärzeit vermittelte und dem periglazialen ähnlich war, welches im Höhepunkte der Eiszeit in der Umrandung des nordischen Inlandeises herrschte. In diesem unmittelbar präglazialen Klima war der Spaltenfrost ebenfalls mit bedeutend gesteigerter Intensität wirksam und konnte auf der präglazialen Oberfläche Skandinaviens eine tiefgehende mechanische Gesteinszertrümmerung in situ zustande bringen, deren Produkte später, bei allmählich wachsender Ausbreitung des Inlandeises, von demselben ausgeräumt und in die Grundmoräne aufgenommen wurden.

---

2. *Dopełnienia do pracy »o eliptycznej polaryzacyi światła, przepuszczonego przez ciało naturalnie skręcające i pochłaniające«. — Note Supplementary to a Paper »On the elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium«.* Note de M. **LADISLAS NATANSON** m. t.

In a paper [1]) read before the Mathematical and Natural Science Class of the Academy on October 12, 1908, I discussed the theory of circular dichroism in naturally-active media, or the unequal extinction, in substances of this class, of the circular components into which a linearly polarized wave of light can be resolved. In the following note it is proposed to consider some further points of the Theory and to make some additional remarks, which perhaps may not be without interest, on its agreement with experimental evidence already to hand.

§ 1. For convenience of reference we state here some of the results previously [2]) obtained. We consider two opposite circular

[1]) *Bulletin Int. de l'Académie des Sciences de Cracovie*, Classe des Sciences Math. et Nat., Octobre 1908, page 764.

[2]) *Bulletin Int.* for March 1908, pp. 130—131 and for October 1908, p. 771. My attention has been kindly drawn by Mr Cotton to two contributions to the Theory of Circular Dichroism published since his experimental work on the subject was completed. The one is due to Mr E. Carvallo (*Comptes Rendus,* Vol. **122**, page 985. 1896) who proceeds from the (modified) Helmholtz Dispersion equations. The other is a very short Note inserted in Vol. II of Mr J. Boussinesq's *Théorie Analytique de la Chaleur mise en harmonie avec la Thermody-*

vibrations travelling in the positive direction of the axis of z. Let a_0 be the amplitude of each of the original linear vibrations taking place in the plane $z = 0$. By passage through the medium the amplitudes of the components are reduced and become

$$(1) \qquad a_1 = a_0 \exp(-2\pi\varkappa_1 z/\lambda); \quad a_2 = a_0 \exp(-2\pi\varkappa_2 z/\lambda)$$

where λ is the wave-length in vacuo and $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ are the values which the coefficient of extinction of the medium assumes for the two circular vibrations. These values, $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$, being unequal, the emergent vibration will be an elliptical one.

In conformity with the notation previously used we shall adopt suffix 1 when dealing with the right-handed circularly polarized wave and suffix 2 when dealing with the left-handed circularly polarized wave. The angle ψ which the major axis of the resultant ellipse makes with the direction of the original linear vibrations is

$$(2) \qquad \psi = \tfrac{1}{2} n z \left(\frac{1}{c_1} - \frac{1}{c_2}\right)$$

c_1 and c_2 being the velocities of propagation of the two components and n the frequency of vibrations in the wave. The angle ψ is to be taken p o s i t i v e when the rotation, about the positive direction of the axis of z, of the major axis of the ellipse (reckoned from the original direction of the major axis to its given direction) takes place in the p o s i t i v e sense.

It is important to bear in mind that in deducing equation (2) we have assumed no condition respecting the amplitudes a_1, a_2 or the coefficients $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ that would limit the generality of our result. Hence equation (2) is valid whatever value the difference $\varkappa_1 - \varkappa_2$ has, or whatever values the coefficients $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, taken separately, have; *e. g.* it will hold true in the case when

$$(3) \qquad \varkappa_1 = 0, \quad \varkappa_2 = 0$$

which is the particular case usually considered.

§ 2. At this point I am sorry to find myself in disagreement with § 24 of Professor W. V o i g t's recently published, valuable

namique et la Théorie Mécanique de la Lumière Paris 1903 (p. 625, footnote). I regret that I overlooked these two Notes when writing my first Communication on the present subject.

treatise on Magneto- and Electro-Optics [1]). On page 35 of this book a formula $\varphi = \nu\delta_1$ occurs which (allowing for change of notation) will be seen to agree with our above equation (2) in Art. 1; but its deduction, on pp. 34 and 35, rests upon the explicite assumption that a quantity $\nu\delta_2$ (depending on the difference $\varkappa_1 - \varkappa_2$, in our notation) is very small in comparison to unity; and on page 35 the result $\varphi = \nu\delta_1$ is adduced with express reservation to the case when the absorption is feeble [2]). Considerable uncertainty thus arises as to the accuracy and generality of the proposition in question; and as this matter touches so vitally one of the main foundations of the theory, I have thought that it might be worth while to show how, by merely analytical transformation, and without the help of any subsidiary assumption whatever, the result $\varphi = \nu\delta_1$ can be deduced from Professor Voigt's own system of general equations.

To avoid confusion I shall follow Professor Voigt's notation; its use will be restricted, however, to the present Article only.

We start from the perfectly general formula (35) on page 34 of «Magneto- und Elektrooptik»

$$\frac{V_1}{U_1} = \frac{e^{i\nu\delta} - e^{-i\nu\delta}}{i\,(e^{i\nu\delta} + e^{-i\nu\delta})}. \tag{1}$$

We have to take here

$$\delta = \delta_1 - i\,\delta_2\,. \tag{2}$$

Writing for brevity

$$\gamma = \frac{e^{\nu\delta_2} - e^{-\nu\delta_2}}{e^{\nu\delta_2} + e^{-\nu\delta_2}}, \tag{3}$$

we easily find

$$\frac{V_1}{U_1} = \frac{i \sin \nu\delta_1 + \gamma \cos \nu\delta_1}{i \cos \nu\delta_1 - \gamma \sin \nu\delta_1} \tag{4}$$

$$= \frac{(1-\gamma^2) \sin \nu\delta_1 \cos \nu\delta_1 - i\gamma}{1 - (1-\gamma^2) \sin^2 \nu\delta_1}. \tag{5}$$

Going back to Professor Voigt's equations (24), on page 31, we see that

[1]) *Magneto- und Elektrooptik,* von Dr. Woldemar Voigt, Leipzig 1908.
[2]) «Bei, wie vorausgesetzt, kleiner Absorption».

$$(6) \qquad \frac{G}{F}\cos(f-g) = \frac{(1-\gamma^2)\sin\nu\delta_1\cos\nu\delta_1}{1-(1-\gamma^2)\sin^2\nu\delta_1}$$

$$(7) \qquad \frac{G}{F}\sin(f-g) = \frac{-\gamma}{1-(1-\gamma^2)\sin^2\nu\delta_1}$$

whence we obtain

$$(8) \qquad 1-\left(\frac{G}{F}\right)^2 = \frac{(1-\gamma^2)(1-2\sin^2\nu\delta_1)}{1-(1-\gamma^2)\sin^2\nu\delta_1} \ :$$

we know γ is a real quantity satisfying the conditions

$$(9) \qquad 1-\gamma^2 > 0 \quad \text{and} \quad \gamma^2 \geqslant 0;$$

thus the expression

$$(10) \qquad 1-(1-\gamma^2)\sin^2\nu\delta_1$$

cannot be $=0$ except when

$$(11) \qquad \gamma = 0 \quad \text{and} \quad \nu\delta_1 = \tfrac{1}{2}\pi,\ \tfrac{3}{2}\pi \quad \text{etc.}$$

Hence, having regard to the first equation (25) on page 31 of Professor Voigt's treatise, we conclude from (6) and (8) that

$$(12) \qquad \operatorname{tg} 2\varphi = \operatorname{tg} 2\nu\delta_1$$

and this conclusion applies to all allowable values of γ and of δ_2 with the unessential exception of the case when

$$(13) \qquad \delta_2 = 0; \quad \gamma = 0; \quad \nu\delta_1 = \tfrac{1}{2}\pi,\ \tfrac{3}{2}\pi \quad \text{etc.}$$

In the case when $\delta_2 = 0$, the theorem of course is well known to hold true and may be verified independently.

§ 3. Before proceeding further it may be well to recall a simple kinematical proposition. As in a previous paper[1], let us consider an elliptic vibration

$$(1\text{a}) \qquad \xi = a\cos n(t-\alpha)$$

$$(1\text{b}) \qquad \eta = b\cos n(t-\beta)$$

due to the superposition of two opposite circular vibrations. To investigate the direction of the revolution in the ellipse observe that

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\eta}{\xi}\right) = -\frac{nb\sin n(\alpha-\beta)}{a\cos^2 n(t-\alpha)}. \qquad (2)$$

[1]) *Bulletin Int.* for March 1908, page 129.

Combining this with (4) Art. 1., p. 130, of the paper just quoted we obtain

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\eta}{\xi}\right) = -\frac{n\,(a_1{}^2 - a_2{}^2)}{a^2 \cos^2 n\,(t-\alpha)}. \tag{3}$$

From this we infer that, to an observer receiving the light, the revolution in the ellipse is

$$\left.\begin{matrix}\text{right-handed}\\ \text{left-handed}\end{matrix}\right\}\ \text{according as}\ \left\{\begin{matrix} a_1 > a_2 \\ a_1 < a_2 \end{matrix}\right\}. \tag{4}$$

Again, from (1) in Art. 1 above it follows

$$\frac{a_1}{a_2} = \exp\left(\frac{-2\pi\,(\varkappa_1 - \varkappa_2)\,z}{\lambda}\right); \tag{5}$$

we may therefore conclude that the revolution is

$$\left.\begin{matrix}\text{right-handed}\\ \text{left-handed}\end{matrix}\right\}\ \text{according as}\ \left\{\begin{matrix} \varkappa_1 - \varkappa_2 < 0 \\ \varkappa_1 - \varkappa_2 > 0 \end{matrix}\right\}. \tag{6}$$

§ 4. Whether the revolution in the ellipse is right-handed or left-handed will ultimately depend, as we have seen, upon the sign of the difference $\varkappa_1 - \varkappa_2$ of the two coefficients of extinction of the medium. On the other hand, from equation (2) in Art. 1 above it appears that the sense of the rotation of the major axis of the ellipse (*i. e.* the sign of our angle ψ) is determined by the sign of the difference of the velocities with which the two circular components of the wave are propagated. The question now arises, Can any connexion be traced between the sign of the rotation ψ and the direction of the revolution in the ellipse? In the case of crystalline media this question was long ago answered by Babinet who formulated the well-known rule: «le rayon le moins absorbé est celui qui se propage le plus vite». This rule however does not bear the test of examination. In the case with which we are here concerned, that is in the case of circular dichroism in naturally-active media, there can be no doubt, as we shall presently see, that Babinet's Rule as a general law is inaccurate.

To a courteous private communication from Mr A. Cotton we owe the important remark that one of the results we have arrived

at in a recently[1] published paper lends itself readily to the investigation of the problem here considered. From equation (14) in Art. 4 of the paper quoted a theorem can easily be deduced which amounts to an extension of Babinet's Rule: this corrected or generalised form of the rule we shall find to be consonant with the result of all experiments. In the paper alluded to, the following formula was established on the assumption that the substance considered contains only *one* category of movable electrons:

$$\frac{v_1 - v_2}{\varkappa_1 - \varkappa_2} = \frac{n_0^2 - n^2}{2kn}. \tag{1}$$

Here v_1, v_2 are the values (for the right-handed and the left-handed circularly polarized wave respectively) of the refractive index, $\varkappa_1$ and $\varkappa_2$ those of the coefficient of extinction of the medium; n_0 represents the frequency of the free or natural vibration of the electron, n the frequency of vibrations in the incident beam of light and k a constant coefficient connected with the intensity of the damping which is known to operate in electro-molecular vibrations.

Two cases have to be considered; we shall take them in order.

1st. Suppose $\lambda > \lambda_0$ or $n < n_0$.

From equation (1) of the present Article it follows that in this case —

$$\left.\begin{matrix} v_1 > v_2 \quad \text{or} \quad c_1 < c_2 \\ v_1 < v_2 \quad \text{or} \quad c_1 > c_2 \end{matrix}\right\} \text{according as} \left\{\begin{matrix} \varkappa_1 > \varkappa_2 \\ \varkappa_1 < \varkappa_2 \end{matrix}\right\}. \tag{2}$$

However, by formula (2) in Art. 1 above it is evident that

$$\left.\begin{matrix} v_1 > v_2 \\ v_1 < v_2 \end{matrix}\right\} \text{implies} \left\{\begin{matrix} \psi > 0 \\ \psi < 0 \end{matrix}\right\} \tag{3}$$

and in Art. 3 it was shown that the revolution in the ellipse is

$$\left.\begin{matrix} \text{left-handed} \\ \text{right-handed} \end{matrix}\right\} \text{according as} \left\{\begin{matrix} \varkappa_1 > \varkappa_2 \\ \varkappa_1 < \varkappa_2 \end{matrix}\right\}. \tag{4}$$

Hence, in this case, the revolution in the ellipse is

$$\left.\begin{matrix} \text{left-handed} \\ \text{right-handed} \end{matrix}\right\} \text{according as} \left\{\begin{matrix} \psi > 0 \\ \psi < 0 \end{matrix}\right\}. \tag{5}$$

[1]) *Bulletin Int.* for October 1908, page 764.

Formula (2) or the equivalent formula (5) expresses Babinet's Rule which is here shown to be applicable, in the case of a mono-electronic substance, only to one part of the spectrum, namely to wave-lengths $\lambda > \lambda_0$.

2nd. Suppose $\lambda < \lambda_0$ or $n > n_0$.
The discussion of this case may be conducted on exactly the same lines as before. It will be seen that, in this case,

$$\left.\begin{matrix} v_1 > v_2 \quad \text{or} \quad c_1 < c_2 \\ v_1 < v_2 \quad \text{or} \quad c_1 > c_2 \end{matrix}\right\} \text{according as} \left\{\begin{matrix} \varkappa_1 < \varkappa_2 \\ \varkappa_1 > \varkappa_2 \end{matrix}\right\}. \tag{6}$$

The revolution in the ellipse is

$$\left.\begin{matrix} \text{right-handed} \\ \text{left-handed} \end{matrix}\right\} \text{according as} \left\{\begin{matrix} \psi > 0 \\ \psi < 0 \end{matrix}\right\}. \tag{7}$$

This is the reverse of Babinet's Rule. Our equation (1) asserts that it holds true, in the case of a mono-electronic substance, for all values of λ inferior to λ_0.

§ 5. Circular dichroism in naturally-active media has been discovered by Mr A. Cotton; he has investigated the rotation of the major axis of the ellipse and the ratio of the semi-axes for a number of solutions; and to his admirable work[1]) we must turn when we desire to ascertain in how far theoretical results are corroborated by experimental evidence. Before doing so, however, some preliminary remarks may be necessary. It must be borne in mind that Mr Cotton attaches the positive sign to dextrogyric, the negative sign to laevogyric rotation; thus

$$(\text{Mr Cotton's})\ \varrho = -(\text{our})\ \psi.$$

The next remark called for is that Mr Cotton indicates the direction of the revolution in the ellipse by assigning to his angle φ the positive or the negative sign, the positive corresponding to right-handed, the negative to left-handed revolution. Borrowing from the numerical tables and from the graphical representations in Mr Cotton's *Thèse* we have to remember, however, that, as has been

[1]) Recherches sur l'absorption et la dispersion de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire. *Thèse*, Paris 1896; and *Annales de Chimie et de Physique* VII Série, tome VIII, p. 347, Paris 1896.

explained[1] by Mr Cotton himself, all signs of φ must there be reversed.

In the following table a summary is given of the qualitative results of Mr Cotton's experiments. [In all cases below marked * the direction of revolution is stated for wave-lengths adjoining λ_0. For wave-lengths much greater or much less than λ_0 the direction of revolution is sometimes the reverse of that here indicated. This is indeed what might have been expected. We must remember that in forming equation (1) of Art. 4 we have ignored all other except the λ_0-vibration; and it is clear that we should not be justified in assuming that the λ_0-vibration can control exclusively the behaviour of a given substance beyond a certain distance in the spectrum].

I. Solution of dextrogyric copper tartarate in caustic potash (*Thèse*, pp. 58—60); $\lambda < \lambda_0$.

Observed rotation: $\varrho > 0$, $\psi < 0$
Observed revolution: left-handed.

II. Solution of laevogyric copper tartarate in caustic potash (*Thèse*, p. 58); $\lambda < \lambda_0$.

Observed rotation: $\varrho < 0$, $\psi > 0$
Observed revolution: right-handed.

III. Solution of dextrogyric copper tartarate in caustic soda (*Thèse*, p. 63); $\lambda < \lambda_0$.

Observed rotation: $\varrho > 0$, $\psi < 0$
Observed revolution: left-handed.

IV. Solution of double chromium and potassium tartarate (*Thèse*, pp. 65—67).

	a) $\lambda > \lambda_0$	b) $\lambda < \lambda_0$
Observed rotation:	$\varrho > 0$, $\psi < 0$	$\varrho < 0$, $\psi > 0$
Observed revolution:	right-handed *	right-handed *

V. Mixture of potassium tartarate and chromium alum solution (*Thèse*, p. 71).

	a) $\lambda > \lambda_0$	b) $\lambda < \lambda_0$
Observed rotation:	$\varrho > 0$, $\psi < 0$	$\varrho < 0$, $\psi > 0$
Observed revolution:	right-handed *	right-handed *

[1] *Journal de Physique théorique et appliquée*. III Série, tome VII, p. 84. Paris 1898.

VI. Mixture of ammonium tartarate and chromium alum solution (*Thèse*, p. 72); $\lambda < \lambda_0$.

Observed rotation:	$\varrho > 0, \quad \psi < 0$
Observed revolution:	left-handed

VII. Mixture of sodium tartarate and chromium alum solution (*Thèse*, p. 74).

	a) $\lambda > \lambda_0$	b) $\lambda < \lambda_0$
Observed rotation:	$\varrho < 0, \quad \psi > 0$	$\varrho > 0, \quad \psi < 0$
Observed revolution:	left-handed *	left-handed *

With these facts before us, there can be no doubt that the rule as now corrected rests upon a foundation of truth. In the above enumeration not a single instance can be adduced that would not fit with the rule given in Art. 4. The evidence then, so far as it goes, is in favour of the formula which affords a means of expressing that hitherto wanting relationship.

§ 6. On p. 65 of Mr Cotton's *Thèse* (p. 407 of the *Annales* reprint) measurements, for different wave-lengths, of the rotation and of the ellipticity imparted to light by a 10% solution of double chromium and potassium tartarate are recorded. In a previous paper [1]) this very instructive series of experiments was chosen as a convenient example of the application of the general theory. In the course of the calculations two particular figures in the table, one value of ψ and one of φ, were observed to be at variance with the graphical representation of the results (p. 66 of the *Thèse*; *Annales*, p. 408); the discrepancy was attributed to misprints in the table (*l. c.*, p. 776, p. 780) and the diagram adhered to repeatedly. On receiving a copy of my paper, Mr Cotton found, however, that in one of the two cases the diagram, and not the table, was in error. On this point Mr Cotton has been good enough to send me the following information which is here printed with his kind permission: «J'ai consulté mes cahiers d'expérience «pour voir ce qu'il en est des fautes que vous signalez pour les «mesures rapportées pour la longueur d'onde 562. Vous avez par- «faitement raison pour l'une d'elles: il faut lire, dans la table «donnant les valeurs de l'angle φ, $4^0\,46'$ au lieu de $4^0\,16'$. Mais

[1]) *Bulletin Int.* for October 1908, p. 775.

«j'ai constaté avec surprise que la rotation pour cette même lon-«gueur d'onde était bien, comme l'indique le tableau, $-1^{0}\,21'$ et «qu'il n'y a pas là une faute d'impression, mais une faute dans le «tracé de la courbe dont l'origine est évidente: le dessinateur a «placé le point exactement un degré trop haut. Vous verrez vous-«même que cela change un peu, non pas la forme de la courbe ψ, «mais la place du second maximum».

The observed values of ψ as now corrected are plotted against those of λ in the accompanying diagram; they are shown thus, ⊙. The wave-length corresponding to $\psi = 0$ appears to be 5,72; the wave-length λ_{m1} (in previous notation) is situated at 5,31 or nearly so. Assuming

(1) $$\lambda_0 = 5{,}72 \,.\, 10^{-5} \text{ cm} ; \quad \lambda_{m1} = 5{,}31 \,.\, 10^{-5} \text{ cm}$$

and applying the equation

(2) $$\Gamma \lambda_0 = \lambda_0^2 - \lambda_{m1}^2$$

(see § 9 of the paper quoted) we obtain

(3) $$\Gamma = 0{,}782 \,.\, 10^{-5} \text{ cm}.$$

Again, from $\lambda_{m2}^2 = \lambda_0^2 + \Gamma\lambda_0$ we deduce

(4) $$\lambda_{m2} = 6{,}10 \,.\, 10^{-5} \text{ cm}$$

and this agrees fairly well with the general march of the observed values of ψ.

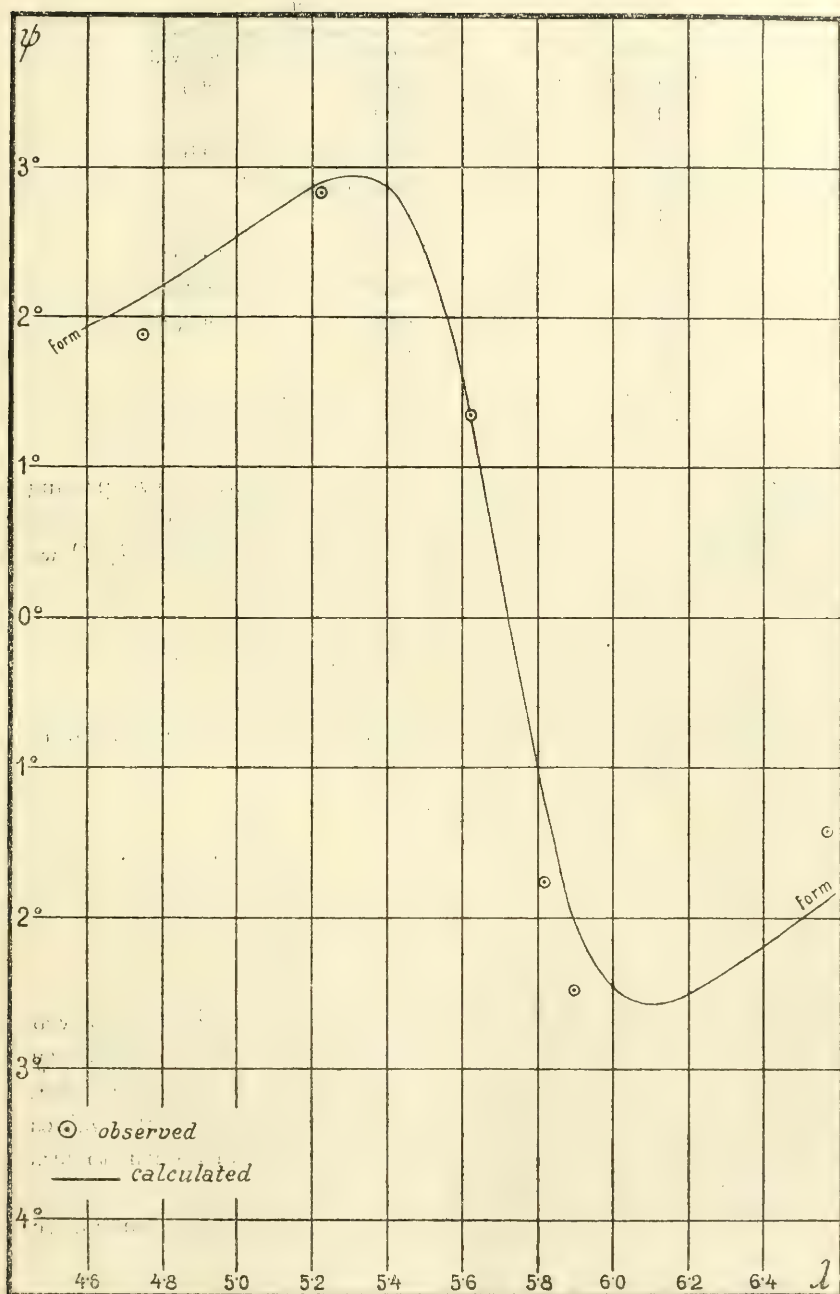
From the observed rotations, the following values of the constant D have been calculated by equation (2) Art. 8 of the paper quoted, Γ and λ_0 having the values assigned to them in (3) and (1) above.

λ	$\lvert\psi\rvert$	D
$5{,}22 \,.\, 10^{-5}$ cm	$2^{0}\,50'$	$4{,}21 \,.\, 10^{-11}$ cm²
5,62	$1^{0}\,21'$	4,28 . . . . .
5,81	$1^{0}\,46'$	6,45 . . . . .
5,89	$2^{0}\,30'$	5,55 . . . . .

Assuming

(5) $$D = 4{,}28 \,.\, 10^{-11} \text{ cm}^2$$

equation (2) Art. 8 of the paper quoted leads to the following results:


ψ
3°
2°
form
1°
0°
1°
2°
form
3°
4°
observed
calculated
4·6
4·8
5·0
5·2
5·4
5·6
5·8
6·0
6·2
6·4
λ

λ	$\lvert\psi\rvert$ calculated	$\lvert\psi\rvert$ observed
$4{,}75 \cdot 10^{-5}$ cm	$2^0\,08'$	$1^0\,52'$
5,00	$2^0\,32'$	—
5,22	$2^0\,52'$	$2^0\,50'$
5,31	$2^0\,56'$ (max.)	—
5,40	$2^0\,51'$	—
5,62	$1^0\,21'$	$1^0\,21'$
5,81	$1^0\,10'$	$1^0\,46'$
5,89	$1^0\,56'$	$2^0\,30'$
6,00	$2^0\,27'$	—
6,10	$2^0\,34'$ (max.)	—
6,57	$1^0\,53'$	$1^0\,26'$

The curve shown in the diagram is the theoretical curve passing actually through all the «calculated» points in the figure.

With the aid of the corrected values of the constants λ_0, Γ we have recalculated the value of the expression

$$(6) \qquad R = -\frac{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2 + \Gamma^2 \lambda^2}{\lambda} \log_{10} \operatorname{tg} (45^0 - \varphi)$$

(see previous paper, Art. 12): the results obtained are set out in the following table.

λ	φ	R
$5{,}22 \cdot 10^{-5}$ cm	$1^0\,25'$	$1{,}92 \cdot 10^{-16}$ cm^3
5,62	$4^0\,46'$	2,66 . . . . .
5,81	$4^0\,54'$	2,79 . . . . .
5,89	$3^0\,40'$	2,38 . . . . .

Referring to p. 779 of this *Bulletin* for 1908, it will be perceived at once that the approach towards constancy is more satisfactory now. This appears still more remarkable when it is considered that, owing to circumstances which it is needless to recall [1], the values of φ arrived at in Mr Cotton's measurements are open to less uncertainty than the rotations ψ.

Feeling that we are aproaching comparatively solid ground, we

[1]) *Thèse*, p. 69; *Annales*, p. 411.

may proceed to further calculations. The values of the three constants D, Γ, R are immediately connected by noticing that

$$R = 2D\Gamma \log_{10} \varepsilon. \tag{7}$$

If we take $R = 2{,}79 \,.\, 10^{-16}$ cm³ and use (5) above, we find

$$\Gamma = 0{,}751 \,.\, 10^{-5} \text{ cm}, \tag{8}$$

a result which does not differ much from the previous estimate (3). The value of Γ being known, the dissipation constant k can be obtained with the aid of the relation

$$k = \pi c \Gamma / \lambda_0^2. \tag{9}$$

Using (8) above, we get $k = 2{,}16 \,.\, 10^{14}$ sec⁻¹.

In the year 1905, Mr M. F. Mc Dowell repeated Mr Cotton's experiments and succeeded in extending them in some respects (*The Physical Review*, Vol. XX, p. 163; see *Errata* at the end of the Volume, New-York 1905). The method he employed had the advantage of considerable sensibility and made it possible to take numerous readings in different parts of the spectrum; his solutions, however, were not exactly the same as those investigated by Mr Cotton; thus the results of these observers are not comparable. Moreover, Mr Mc Dowell's method of calculating the ellipticity seems unable to yield trustworthy results.

---

3. ***O stosunkach zasad mineralnych do kwasów w prawidłowym moczu ludzkim. — Über die Verhältnisse von anorganischen Basen zu Säuren im normalen Menschenharn.*** Mémoire de M. **STANISLAS KOZŁOWSKI**, présenté dans la séance du 7. Décembre 1908 par M. L. Marchlewski m. t.

In Anknüpfung an die von Bondzyński und seinen Mitarbeitern[1]) gemachte Entdeckung einer neuen, unter dem Namen von Oxy-, Antoxy- und Alloxyproteinsäure beschriebenen Gruppe von Verbindungen im normalen Harn sowie im Blut von Menschen und Tieren (Hund) wurde in unserem Laboratorium oft der Gedanke aus-

[1]) Im Harn von Kaninchen und Gänsen wurden diese Säuren später von Wilhelm Ginsberg gefunden.

gesprochen, daß an der Hand der gemachten Beobachtung, auf Grund deren sich alle diese Verbindungen, zu denen auch der Harnfarbstoff gehört, als ausgesprochene, und zwar mehrbasische Säuren erwiesen haben, eine Reihe von wichtigsten, auf den normalen und den pathologischen Stoffwechsel bezüglichen Fragen einer neuen Prüfung bedürfte. Es sind dies besonders Fragen über die Schwankungen der Alkaleszenz des Blutes und der Azidität des Harns, über die Säuerung des Organismus in gewissen Krankheiten wie *Diabetes mellitus* und vielleicht auch *Osteomalacie*, über die Auflösung von Harnsäure sowohl im Harn wie in den Flüssigkeiten der Gewebe wie auch die über die Ausscheidung derselben in der Harnsäurediathese.

Um den Weg zur Erforschung dieser Fragen anzubahnen, fiel mir die Aufgabe zu teil zu untersuchen, in welchem Maße die Proteinsäuren, welche im Harn als Salze enthalten sind, an der Bindung von anorganischen Basen in dieser Flüssigkeit sich beteiligen.

Die Verfolgung dieser Frage wurde uns nämlich durch die in unserem Laboratorium von W. Gawiński[1] gewonnenen Ergebnisse der quantitativen Bestimmungen von Proteinsäuren im Harn noch näher gerückt.

Die Schwankungen in der Ausscheidung von Proteinsäuren unter dem Einfluß von Änderungen in der Zusammensetzung der Nahrung sowie von pathologischen Momenten, welche sich aus dieser Arbeit ergeben hatten, ließen nämlich parallel auch Änderungen in der Ausfuhr von anorganischen Basen, resp. in den Beziehungen zwischen den Äquivalenten dieser Basen und den Äquivalenten von den bekannten im Harn auftretenden Säuren erwarten.

Nun lagen Untersuchungen über das Verhältnis von Basen zu Säuren im normalen Harn von Menschen von Bunge[2] und von Stadelmann[3], über das im Harn von Hunden von Gaetgens[4] vor.

Aus den Untersuchungen von Bunge, welche an einer Person gemacht wurden, welche als Nahrung bald vorwiegend Brot bald vorwiegend Fleisch erhielt, ergab sich, daß in beiden Fällen trotz

[1]) *Rozprawy Akademii Umiejętności* und dieses *Bulletin*, November 1908.
[2]) Lehrb. d. physiol. und pathol. Ch. 2. Aufl. S. 314.
[3]) Archiv f. exp. Pathol. 17. 433 (1885).
[4]) Zeitschr. f. physiol. Ch. 4, 36 (1880).

des extremen Unterschiedes in der Art der Nahrung das Chlor und die Schwefelsäure allein hinreichten, alle fixen anorganischen Basen zu sättigen.

Ähnliche Verhältnisse fand auch Stadelmann. Das Gesamtäquivalent aller Mineralsäuren, die Phosphorsäure mitgerechnet, ergab sich nämlich aus seinen Analysen im Mittel zu 8·694 gr *Na*, dasjenige von allen fixen anorganischen Basen und von Ammoniak zu 8·024 gr *Na*. In den von Bunge untersuchten Harnen blieb kaum etwas von den Basenäquivalenten übrig zur Sättigung von Harnsäure allein, welche in einem von den untersuchten Harnen in beträchtlicher Menge gefunden wurde, von anderen Säuren nicht zu reden: in jenen von Stadelmann fehlte es sogar an Basen zur Sättigung der Mineralsäuren. Allerdings wurde von Bunge die Bestimmung von Ammoniak und von beiden genannten Autoren die Bestimmung der Azidität unterlassen und dieselbe bloß in Rechnung gebracht, unter der nicht genau zutreffenden Voraussetzung, daß die Azidität des Harns durch Gegenwart von doppeltsaurem Phosphat bewirkt wird, wodurch die obige Schlußfolgerung etwas an Bestimmtheit verliert. Nichtsdestoweniger liegt auch bei einer für die Größe des Basenäquivalentes günstigsten Deutung der durch die genannten Forscher unternommenen Harnanalyse der Schluß nahe, daß es in den von ihnen untersuchten Fällen an Basenäquivalenten zur Sättigung von Proteinsäuren fehlte.

Wenn die von den genannten Autoren gewonnenen Resultate nicht versprachen, daß in der Differenz zwischen dem Äquivalent von anorganischen Basen und dem Äquivalent von Mineralsäuren die Ausscheidung von Proteinsäuren ihren Ausdruck finden wird, so tauchten anderseits auch Zweifel auf, ob das von ihnen gefundene Verhältnis von Basen zu Säuren im Harn für alle Fälle gültig, also eine Regel wäre.

Solche Zweifel entstanden nämlich bei der Betrachtung der Resultate, welche Gätgens bei der Bestimmung von anorganischen Säuren und Basen im Hundeharn erhielt. Das Äquivalent der im normalen Hundeharn enthaltenen Basen (= 1·64 gr *Na*) überragte um das Doppelte das Äquivalent der Säuren (= 0·83 gr *Na*) und war sogar nach einer 7 Tage hindurch verabreichten „sauren“ Kost (ausgekochtes Fleisch) nicht geringer, im Gegenteil sogar größer (= 2·75 gr *Na*) als das letztere (= 2·569 gr *Na*).

Ferner wurde durch die von Bunge sowie von Stadelmann

erhaltenen sehr beachtenswerten Resultate die Frage nahegelegt, von welchen basischen Bestandteilen dann die restierenden Säurenäquivalente gesättigt wären, falls sich deutlich bestätigen sollte, daß die Summe von anorganischen fixen Basen und von Ammoniak nicht ausreichen würde, um die Gesamtmenge von anorganischen und organischen Säuren zu sättigen.

In dieser Erwägung wurde beschlossen, das Verhältnis von Säuren zu Basen im Harn einer neuen Untersuchung zu unterwerfen.

Zu diesem Zweck wurde der folgende Weg eingeschlagen. Im Harn von 3 gesunden Personen, welche bald eine vorwiegend aus Fleisch mit wenig Gemüse bestehende Nahrung, bald eine gemischte Kost im strikten Sinne des Wortes mit einmal im Tag genossenen mäßigen Fleischgaben erhielten, bald auf Milchdiät sich befanden, wurden die Bestimmungen einerseits von allen fixen anorganischen Basen und von Ammoniak, andererseits von allen bekannten Säuren, also nicht allein von Schwefelsäure, Salzsäure und Phosphorsäure, sondern auch von Harnsäure und von in Äther löslichen Säuren ausgeführt und sowohl das Sättigungsvermögen der Basen, wie dasjenige der Säuren bis zur Bildung von gegen Phenolphthalein als Indikator neutralen Salzen in Äquivalenten von Natrium ausgedrückt. Zur Berechnung des Äquivalentes der Phosphorsäure diente daher als Faktor das Verhältnis $Na_4 : P_2O_5$, zur Berechnung des Äquivalentes der Harnsäure das Verhältnis $Na : C_5H_4N_4O_3$.

Da in den meisten Fällen auch die Azidität des Harns direkt durch Titration ermittelt wurde, so konnte nach Abzug des Äquivalentes derselben auch das der oben genannten, im Harn enthaltenen Säuren tatsächlich, d. h. ihrem wirklich bestehenden Sättigungszustand entsprechende Äquivalent berechnet werden. Aus der Differenz zwischen dem Basenäquivalente und diesem letzteren Säurenäquivalente würde eine Zahl resultieren, welche, — unter der Annahme, daß an der Sättigung von Säuren im Harn nur die oben aufgezählten fixen Basen und das Ammoniak sich beteiligen, — das Äquivalent von allen organischen in Äther unlöslichen Säuren, also zum größeren Teil von Proteinsäuren darstellen würde.

Die in 4 Versuchen erhaltenen Resultate der Analysen sind an anderer Stelle (Rozprawy Akademii Umiejętności) veröffentlicht worden. In der Tabelle I wurden sowohl die von Säuren wie von Basen gefundenen Mengen in Äquivalenten von Natrium ausgedrückt.

TABELLE I.

Nummer der Versuche	Versuchsperson	Nähere Bezeichnung	Stickstoffgeh. pro 24 St.	Äquivalente v. anorgan. Basen. 24-stündige Menge in Gramm v. *Na*						Äquivalente von Säuren. 24-stündige Menge in Gramm von *Na*, berechnet auf gegen Phenolphthalein neutrale Salze									Differenzen zwischen d. Zahlen d. Kolonne 7 und 16.
				Natrium	Kalium	Kalzium	Magnium	Ammoniak	Gesamtäquiv. von allen anorganischen Basen	Schwefelsäure		Salzsäure	Phosphorsäure	Harnsäure	Ätherlösl. org. Säuren	Summe der Äquiv. aller vorhergen. Säuren	Azidität des Harns	Dieselbe Summe minus Äquiv. der Azidität	
										anorgan.	org. geb.								
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15	16.	
I	A.	Fleischreiche Kost	—	7·9357	2·0148	0·2060	0·1618	1·9960	12·3138	1·4773	0·0694	6·3351	1·6160	0·1203	0·7053	10·3234	1·4302	8·8932	+3·4206
II	A.	„	17·8332	7·5645	2·7601	0·0772	Spuren	0·8352	11·2370	1·3673	0·0603	5·1963	1·3913	0·1251	0·4972	8·6374	0·7420	7·8954	+3·3416
III	B.	Gemischte Kost	10·5000	3·8988	1·8738	0·1615	0·0688	—	6·0029	0·7540		4·4546	1·3052	0·0498	0·5504	7·1140	—	—	—
IV	C.	Milchdiät	14·7590	2·8872	3·0031	0·3157	0·0120	0·6176	6·8356	1·3659		3·8951	2·6781	0·0477	1·1194	9·1062	0·5619	8·5343	−1·6987

Bei der Betrachtung der Tafel I fällt zunächst in die Augen die beträchtliche Ausfuhr von Basen, welche bei der Versuchsperson A nach einer vorwiegend aus Fleisch bestehenden Nahrung stattfand. Das Gesamtäquivalent aller anorganischen Basen wurde in beiden mit dieser Person angestellten Versuchen beträchtlich größer gefunden als das Äquivalent von allen im Harn gefundenen Säuren. Die Differenz zwischen diesen Äquivalenten betrug nämlich im Versuch I 3·4206, im Versuch II 3·3416 gr *Na*.

Da unter den ätherlöslichen Säuren, deren Sättigungsvermögen durch Titration ermittelt worden war, neben den flüchtigen Fettsäuren, der Oxalsäure, der Benzoësäure und anderen im Harn in geringer Menge enthaltenen stickstofffreien aromatischen Säuren — und zwar in Anbetracht der 4-wöchentlichen Dauer der Extraktion — auch wohl die ganze Menge der im Harn enthaltenen Hippursäure sich befand, so kann angenommen werden, daß die Menge von anorganischen Basen, welche dem Äquivalent von 3·42, resp. 3·34 gr *Na* entsprach, entweder gänzlich oder zum größeren Teil auf die Sättigung von Proteinsäuren zu rechnen ist.

Ganz andere Resultate wurden dagegen im Versuch IV erhalten. Die von Bunge sowie von Stadelmann beobachteten Verhältnisse traten hier mit unzweifelhafter Evidenz zum Vorschein. In dem nach der Milchdiät abgegebenen Harn wurden die anorganischen Basen in einer Menge ausgeschieden, welche, wie aus einer besonderen Zusammenstellung in der Tabelle II ersichtlich ist, nicht

TABELLE II.

Gesamtäquivalent von allen anorg. Basen in Gramm v. *Na*	Äquivalent von anorg. Säuren in Gramm v. *Na*			Gesamtäquiv. v. allen anorg. Säuren, berechnet auf gegen Phenolphthalein neutrale Salze	Gesamtäquiv. v. all. anorg. Säuren *minus* Äquivalent der Azidität des Harns	Differenz zwischen d. Zahl d. Kolonne 6 und derjenigen d. Kol. 1
	Schwefelsäure	Salzsäure	Phosphorsäure			
6·8356	1·3659	3·8951	2·6781	7·9391	7·3772	0·5416

reichte, um die anorganischen Säuren, also die Schwefelsäure, Salzsäure und Phosphorsäure bis zu dem Punkt zu sättigen, daß die Lösung der entstandenen Salze eine saure Flüssigkeit von

dem Aziditätsgrad des untersuchten Harns liefern könnte. Die Mineralsäuren überwogen nämlich die anorganischen Basen um das Äquivalent von 0·5416 gr *Na* und es fand außerdem keine Deckung in anorganischen Basen nicht nur das Sättigungsvermögen von Harnsäure und von ätherlöslichen Säuren, welches, beiläufig bemerkt, nicht gering war (es entsprach 1·194 gr *Na*), sondern auch dasjenige von Proteinsäuren.

Die im Versuche III gewonnenen Ergebnisse sind in die Mitte zwischen die in den ersten zwei Versuchen erhaltenen und die des Versuches IV zu stellen. In diesem Versuche konnte leider die Bestimmung des Ammoniaks und der Azidität zur rechten Zeit nicht gemacht werden; nähme man jedoch an, daß der Ammoniakgehalt und die Azidität des Harns in der Mitte zwischen den in den Versuchen II und IV für diese Bestandteile erhaltenen Werten lagen und also das Äquivalent von Ammoniak rund 0·7 gr dasjenige der Azidität rund 0·6 gr *Na* betrug, so würde ein geringer Überschuß von anorganischen Basen den anorganischen Säuren gegenüber sich ergeben, welcher in Äquivalenten von Natrium zu 0·7891 gr *Na* sich berechnen und etwa zur Sättigung von Harnsäure sowie von ätherlöslichen Säuren ausreichen würde. Für die Sättigung von Proteinsäuren würde auch hier von anorganischen Basen entweder nichts oder nur eine sehr geringe Menge übrig bleiben.

Und doch sowohl die ätherlöslichen organischen Säuren wie die Proteinsäuren sind wenigstens zum Teil im gesättigten Zustand, d. h. als Salze im Harn enthalten. Das Sättigungsäquivalent von ersteren Säuren ist, — was ich bereits bemerkt habe — nicht gering; es ist manchmal um das 10-fache und sogar um das 20-fache größer als dasjenige von Harnsäure. Die Proteinsäuren sind vielbasiche Säuren von ziemlich großem Sättigungsvermögen gegenüber Basen. Ihre Baryumsalze enthalten bekanntlich 24·5—35·4% Baryum. Das ihrer im Harn enthaltenen Menge entsprechende Sättigungsäquivalent konnte direkt noch nicht bestimmt werden, es läßt sich jedoch vermuten, daß es viel geringer sein wird als jenes von ätherlöslichen Säuren. In der Milchdiät werden zwar die Proteinsäuren, wie dies aus den Untersuchungen von Gawiński hervorgeht, in geringerer Menge ausgeschieden als nach reichlichem Genuß von Fleisch, jedoch hört ihre Ausscheidung unter diesen Umständen dennoch nicht auf. Gerade die Harne III und IV befanden sich unter den Harnproben, welche von Gawiński auf die Ausscheidung von

Proteinsäuren untersucht wurden: in dem Harne III entfielen auf Proteinsäuren 5·32, in dem Harne IV 2·9% des Gesamtstickstoffs.

Für das Manco von anorganischen Basen, welche im Versuch III zur Bindung von Proteinsäuren, im Versuch IV außerdem noch zur Sättigung von ätherlöslichen organischen Säuren, von Harnsäure und sogar noch von einem Teil der Mineralsäuren nicht reichten, sind offenbar organische Basen eingetreten.

Auf die Frage, welche organische Basen diese Rolle übernehmen, will ich hier nicht näher eingehen und mich auf die Bemerkung beschränken, daß Kreatinin, welches sich wegen seines geringen Sättigungsvermögens — da ja 1 gr Kreatinin nur 0·2 gr *Na* äquivalent ist — sich daran nur in geringem Maße beteiligt, und hervorheben, daß die organischen Basen unzweifelhaft eine gewisse Rolle in der Neutralisation von Säuren, welche in reichlicher Menge beim Eiweißstoffwechsel entstehen, spielen.

Allerdings fanden sich in den Harnen I und II die anorganischen Basen zwar im Überschuß gegenüber allen Säuren, deren Äquivalente bestimmt wurden, weil der Stoffwechsel hier unter reichlicher Säurebildung, und zwar unter gesteigerter Bildung von Proteinsäuren verlief, wodurch die anorganischen Basen dem Organismus in reichlicher Menge entzogen und ausgeführt wurden, jedoch auch in diesen Fällen nahmen wahrscheinlich die organischen Basen an der Neutralisation von Säuren teil.

Wenn die besprochenen Verhältnisse mit der Azidität des Harns, welche direkt durch Titration ermittelt wird und welche beinahe als Maßstab einer gesteigerten Säurebildung gilt, verglichen werden, so ergibt sich im weiteren, daß die Erhöhung der Azidität eines Harns nur ein entfernter Ausdruck einer gesteigerten Säurebildung im Organismus ist; ferner daß sie, falls sie bei gesunden Menschen nach einem reichlichen Fleischgenuß auftritt, keinesfalls — was meistens angenommen wird — etwa auf eine vermehrte Ausscheidung von Schwefelsäure, Phosphorsäure und Harnsäure allein zurückgeführt, und weiter daß dieselbe auch nicht gänzlich oder wenigstens nicht immer den sauren Phosphaten zugeschrieben werden kann.

Wäre nämlich die Reaktion des Harnes von der Ausscheidung von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Harnsäure, Hippursäure und

sonstigen Säuren von einfacher Zusammensetzung abhängig, so müßten die Harne I und II stark alkalische Flüssigkeiten geben.

Daß nun das doppeltsaure Phosphat nicht allein die Ursache der sauren Reaktion des Harns sein kann, ergibt sich in den Versuchen I und II aus einer einfachen Rechnung: wäre nämlich sogar die ganze Menge Phosphorsäure in diesen Harnen in der Form des doppeltsauren Salzes enthalten, so würde die Azidität einer solchen Lösung in Äquivalenten von Natrium im Versuch I zu 0·800 gr *Na*, im Versuch II zu 0·695 gr *Na* sich berechnen, während sie wirklich im Harn I 1·4302 gr, im Harn II 0·742 gr *Na* glich.

Lwów (Lemberg). Medizinisch-chemisches Institut der Universität.

---

4. *Stosunek narządu słuchu do pęcherza pławnego u ryb śledziowatych. — Zur Kenntnis des Gehörorganes und seiner Beziehungen zur Schwimmblase bei den Clupeiden.* Mémoire de M. ***A. TYSOWSKI***, présenté par M. J. Nusbaum m. c.

(Planche I).

Die interessante Beziehung der Schwimmblase zu dem membranösen Ohrlabyrinthe, welche bei manchen Teleostiergruppen zuerst von Weber entdeckt und ziemlich ausführlich beschrieben worden ist, hat schon mehrmals verschiedene Forscher beschäftigt. Zu den Cypriniden, Siluroiden, Cobitiden, Spariden und Clupeiden, die in dem berühmten Werke Weber's behandelt wurden, kamen noch später einige Gruppen, wie die der Characiniden, Percoiden auch Ophidiiden hinzu, bei denen gleiche, mehr oder weniger modifizierte bis rückgebildete Verhältnisse festgestellt wurden. Jede von diesen Gruppen fand mehrere Bearbeiter, die zur Aufklärung dieser komplizierten morphologischen und physiologischen Verhältnisse, besonders in anatomischer Hinsicht, zwar viel beigetragen, aber dennoch manches unerklärt und nicht ganz sicher begründet der kommenden Forschung zur Nachprüfung und Fortsetzung der begonnenen Arbeit gelassen haben. Manches davon, wie der bekannte Weber'sche Apparat der Ostariophysen, ist sowohl in anatomischer als auch in embryologischer Hinsicht fast monographisch mit aller Genauigkeit erforscht worden und demgemäß auch der morphologische Wert

seiner einzelnen Teile und deren Homologie in den verschiedenen Gruppen der Fische aller Wahrscheinlichkeit nach richtig erkannt. Die Gruppe der Clupeiden dagegen, bei denen das Verhältnis der Schwimmblase zum Ohrlabyrinthe viel komplizierter als bei den anderen gestaltet ist, harrt einer genaueren Erforschung, da die Meinungen über diesen Gegenstand sehr auseinandergehen. Auf Verlangen meines Lehrers, des Herrn Professors Dr. Josef Nusbaum, dem ich an dieser Stelle für sein liebenswürdiges Entgegenkommen bei meiner Arbeit und viele wertvolle Winke meinen innigsten Dank ausspreche, habe ich somit diese Arbeit unternommen.

Im folgender teile ich kurz meine durch längere und eingehende Forschung gewonnenen Ansichten über diesen Gegenstand mit, das Nähere darüber werde ich an einer anderen Stelle später erörtern.

Ich erlaube mir zuerst in möglicher Kürze hier die Befunde meiner Vorgänger zusammenzustellen. In seinem Werke: „De aure et auditu hominis et animalium“ (erschienen im Jahre 1820)(1) beschreibt E. H. Weber unter anderem die Verbindung der Schwimmblase mit dem häutigen Ohrlabyrinthe bei den Clupeiden, die er als „pisces, quorum vesica natatoria appendicibus cavis cum aure interna coniungitur“ bezeichnet und zusammen mit den Spariden der anderen Gruppe „pisces, quorum vesica natatoria tribus ossiculis auditoriis cum labyrintho membranaceo coniuncta est“ entgegenstellt. Wie schon aus dieser Klassifikation ersichtlich, unterscheidet der berühmte Verfasser zwei durchaus verschiedene Verbindungsweisen der Schwimmblase mit dem inneren Ohre: 1) die Verbindung vermittels einer Kette von Gehörknöchelchen, 2) die unmittelbare Verbindung durch Kontakt. Die erstgenannte mittelbare Verbindung kommt den Cypriniden, Siluroiden und Cobitiden, die letztgenannte den Spariden, jedoch eigentlich den Clupeiden zu. Bei den letztgenannten, namentlich bei *Cl. Harengus*, stellt sich das Verhältnis nach Weber folgendermaßen dar: die Schwimmblase der *Clupea* teilt sich an ihrem vorderen Ende in zwei enge Röhrchen, die unter der Schädelbasis in zwei von derselben geformten knöchernen Kanälen verlaufen, sich nach einer geringen Erweiterung wiederum in je zwei kleinere membranöse Kanälchen spalten, deren jedes mit einer bulla endet. Die beiden „bullae membranaceae“, die schon eigentlich im cavum cranii liegen, sind da von knöchernen Gehäusen umschlossen, die die sg. „bullae osseae anteriores et posteriores“ bilden. Die „bullae membranaceae anteriores“ füllen

das knöcherne Gehäuse nicht vollständig aus, sondern lassen einen kleineren Teil frei, der jedoch von dem diverticulum des membranösen Labirynthes eingenommen wird. Dieses diverticulum dringt in das Innere der knöchernen Kapsel durch eine Querspalte, die in der dem cavum cranii zugekehrten Wand der Kapsel ausgeschnitten ist. Die Schwimmblase kommt somit im Innern der bulla ossea anterior mit dem Gehörlabirynth in unmittelbaren Kontakt. Die hier zusammenstoßenden membranösen Wände der Schwimmblase einerseits, des Labirynthes andererseits bilden durch Zusammenwachsen eine Membran, die nach der Art einer membrana tympani sich an einem knorpeligen Ring an der Innenwand der bulla ossea anheftet. Zwischen der bulla posterior und dem membranösen Labirynthe gibt es keine nähere Beziehung; es wird nur ihre knöcherne Kapsel von dem canalis semic. externus ringförmig umfaßt. Das membranöse Labirynth der *Clupea Harengus* weist nach Weber auch ein von anderen Teleostiern in gewisser Hinsicht abweichendes Verhalten auf: durch Quecksilberinjektionen hat er sich nämlich überzeugt, daß die beiderseitigen Labirynthe durch einen unter dem Gehirn verlaufenden Kanal, der beide recessus vestibuli verbindet, miteinander kommunizieren. Von anderen Befunden Weber's, auf die ich noch später zurückkommen werde, möchte ich noch hervorheben, daß er einige Aufmerksamkeit der ungewöhnlichen Dicke der Labirynthwände schenkte, das sie bildende Gewebe jedoch als dem Labirynthe zugehörig betrachtete.

Mit dem gegenseitigen Verhalten der Schwimmblase und des inneren Ohres bei den Clupeiden befaßte sich der nächste Nachfolger Weber's in der Erforschung des Fischohres Gilbert Breschet. In seiner 1838 erschienenen Arbeit: „Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des poissons“ finden wir eine ausführliche Beschreibung dieser interessanten Einrichtungen bei *Cl. alosa.* Die beiden vorderen Fortsetzungen der Schwimmblase sind da als: „trompes cystiques“, die beiden Knochenkapseln als „globes osseux“ bezeichnet. Diesen Gebilden wird größere Aufmerksamkeit gewidmet, da sie für rudimentäre „tubae Eustachii“ und „cava tympani“ samt „fenestra vestibuli“ gehalten werden. Das dünne Häutchen, welches die knöchernen Kanäle und Kapseln von innen auskleidet, soll eine Fortsetzung der Rachenschleimhaut vorstellen und als Beweis dafür dienen, daß die Kanäle der „tubae Eustachii“ homolog sind. Und da die „tubae Eustachii“ bei den

höheren Vertebraten ins „cavum tympani“ führen, so müssen wir auch die Knochenkapseln als solche betrachten, wobei das Vorhandensein einer fenestra der Querspalte auch dafür sprechen dürfte. Es gibt da mehr solche Vermutungen, uns interessiert jedoch nur das, was Breschet wirklich zu sehen glaubte. Das Weber'sche Divertikel des Ohrlabyrinthes ins Innere der Knochenkapsel scheint er nicht gesehen zu haben; das Verhältnis beschreibt er so, als läge nur ein Teil des Labirynthes der oberen Wand dieser Kapsel also auch der Querspalte unmittelbar an, ohne ins Innere einzudringen. An dem Labirynthe selbst beschreibt er eine noch größere Komplikation, indem er außer der unteren Verbindung der beiderseitigen Labirynthe, die schon Weber entdeckt hat, noch eine obere Kommunikation der Vorhöfe annimmt und auf diese Weise eine ringförmige Umfassung des Gehirns durch das Ohrlabirynth darstellt. Außerdem sollen noch seitliche Ausstülpungen des häutigen Labirynthes existieren, die Breschet als der *cochlea* homolog anzuerkennen geneigt ist. Ferner ist es interessant zu wissen, daß er hauptsächlich deswegen alle diese Teile für Ausbuchtungen und Verbindungskanäle des Labirynthes erklärt, weil sie aus demselben Gewebe aufgebaut sind, welches die membranösen Wände des Labirynthes bildet.

Nun folgen die vortrefflichen „Anatomischen Studien“ von C. Hasse (3, 4, 5, 6). Von den zahlreichen von diesem ausgezeichneten Forscher größtenteils richtig erklärten Beobachtungen kann ich da der Kürze wegen nur die wichtigeren hervorheben und behalte mir die Besprechung der Einzelheiten für die spätere Schilderung vor. Hasse hat die Nachprüfung der Weber'schen Untersuchungen unternommen; nachdem er bei den Cyprinoiden und Cobitiden andere Verhältnisse, als sie von Weber geschildert worden sind, festgestellt hatte, wählte er auch die Clupeiden zum Gegenstand einer neuen Untersuchung, um die von Weber beobachteten Tatsachen auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen. Es handelte sich nämlich um den fast paradoxen unmittelbaren Kontakt der Schwimmblase mit dem inneren Ohre, wobei auch die unentschiedene Frage nach der Kommunikation der beiderseitigen Labirynthe manches Interesse bot. Die Resultate, zu denen er gelangte, zwangen ihn sowohl die von Weber als auch die von Breschet dargestellten Tatsachen für unrichtig zu erklären. Was zuerst das Verhältnis der Schwimmblase zum Ohrlabirynthe anbetrifft, so bestritt

er die Existenz eines Diverticulums der Labirynthwand und demnach auch den unmittelbaren Kontakt beider Wände, wie ihn Weber zu sehen glaubte, er trat auch Breschets Meinung entgegen, daß die Labirynthwand der Querspalte unmittelbar anliegen soll. Nach seiner eigenen Untersuchung bei *Cl. Harengus* und *Cl. alosa* kommt diese Verbindung dadurch zustande, daß das Innere der Knochenkapsel, also derjenige Teil, wo das Weber'sche diverticulum seinen Platz fand, mit einem perilymphatischen Raume, der den „recessus utriculi" umgibt und durch einen subcerebralen Kanal mit dem der anderen Seite kommuniziert, durch die Querspalte in der knöchernen Kapsel in offener Verbindung steht. Der erwähnte subcerebrale Kanal, der nach Weber und Breschet die beiderseitigen Labirynthe verbindet, nach Hasse jedoch nur einen perilymphatischen Verbindungskanal vorstellt, mündet mit einer kleinen ovalen Öffnung in den Schädelknochen zu beiden Seiten des Kopfes in die subkutanen Lymphräume. Sowohl dieser Kanal als auch die beiden Lymphräume, die die recessus utriculorum umgeben und in die bulla ossea anterior eindringen, sind von einem spongiösen Gewebe erfüllt, welches zu der irrtümlichen Annahme Weber's über das diverticulum und zu derjenigen Breschet's über „bulbe accessoire" Anlaß gab. Die subcerebrale Verbindung beider Labirynthe existiert also nach Hasse nicht, folglich fällt damit auch die Annahme Breschet's über ein ringförmiges Labirynth ganz weg. Es bleibt jedoch eine supracerebrale Verbindung beider Labirynthe auch nach Hasse bestehen, nur ist sie von ihm als die Verbindung der gegenseitigen recessus labirynthorum s. ductus endolymphatici erkannt worden. Außerdem glaubt Hasse ein Homologon der fenestra ovalis am Boden des Schädels entdeckt zu haben; er ist demnach geneigt, das Ohr der Clupeiden für eine Übergangsform zu den höheren Vertebraten zu betrachten. Das die perilymphatischen Räume bildende Gewebe hält er für eine Verdickung der dura mater cerebri, ähnlich wie das auch bei anderen Fischen vorkommt.

In dem im J. 1881 erschienenen Werke von Retzius: „Das Gehörorgan der Fische und Amphibien" (7) finden wir auch eine kurze Schilderung dieser Verhältnisse bei *Cl. harengus*. Die Resultate dieses bekannten Kenners des Wirbeltierohres stimmen im großen und ganzen mit denen Hasse's überein, was nämlich die subcerebrale Verbindung und die morphologische Bedeutung des dieselbe aufbauenden Gewebes anbelangt. Nur über die obere Ver-

bindung der ductus endolymphatici ist er sich nicht ganz im klaren, denn einen wirklichen Kanal konnte er da niemals entdecken. Er spricht deshalb bloß die Vermutung aus, diese obere Verbindung sei nur eine Verdickung der dura mater ohne jeden Kanal, umsomehr, da nach seiner Ansicht die ductus endolymphatici der Clupeiden wie bei anderen Teleostiern blind enden.

Die letzte Arbeit über diesen Gegenstand war die im J. 1891 von Ridewood verfaßte: „The air-bladder and ear of British Clupeoid Fishes" (8). Wir finden da eine vergleichend anatomische Untersuchung der Schwimmblase und des Ohres bei den britischen Clupeiden-Arten: *Cl. harengus*, *Cl. pilchardus*, *Cl. sprattus*, *Cl. alosa*, *Cl. finta* und *Engraulis encrasicholus*. Der Verfasser befaßt sich da zuerst mit einer genauen Schilderung der Gestalt und der Dimensionen der vorderen Luftgänge der Schwimmblase und verfolgt deren Verlauf an der unteren Fläche der Schädelbasis bei jeder Gattung einzeln. Mit derselben Genauigkeit beschreibt er die Gestalt und Größe der vorderen und der hinteren Knochenkapseln. In der Schilderung des näheren Verhältnisses der Schwimmblase zu dem Ohrlabirynthe bei allen diesen Arten schließt er sich wiederum Weber's Ansichten an, indem er behauptet, ein blindes diverticulum der Recessuswand gesehen zu haben, das ins Innere der Knochenkapsel eintritt und dort mit der Schwimmblasenwand unmittelbar zusammenstößt. Aus seinen Angaben über den Bau des Ohrlabirynthes bei den von ihm untersuchten Clupeidenarten scheint hervorzugehen, daß er den Weg der „aurea mediocritas" wählt, indem er die Ansichten Weber's über den subcerebralen Verbindungskanal, diejenigen Breschet's über die obere Sinusverbindung und seitliche Labirynthausstülpungen und die von Hasse über die Verbindung der „recessus labirynthi" vereinigt. An dieser Stelle möchte ich noch erwähnen, daß von demselben Autor im J. 1904 eine osteologische Arbeit (9) über einige andere Clupeidenarten erschien, die jedoch nichts Neues über diese komplizierten Verhältnisse bringt, so daß man wohl annehmen darf, daß der Verfasser auch bis zu dieser Zeit an der Richtigkeit seiner früheren Angaben festhielt. Ich erlaube mir diese Bemerkung, da mir eben die osteologischen Verhältnisse des Clupeidenschädels in mancher Hinsicht ungemein interessant erschienen, und ich glaubte über einige Fragen, auf die ich noch später kommen werde, eben in der letzgenannten Arbeit Aufschluß finden zu können. Ich bedauere, daß der

Verfasser gewisse Knochenbildungen unbeachtet gelassen hat und seine Ansicht darüber nicht angibt.

Aus diesem kurzen geschichtlichen Abriß ersieht man, um was es sich in dieser Verschiedenheit der Meinungen handelt: einerseits soll die Frage entschieden werden, auf welche Weise die Schwimmblase mit dem Gehörorgan in Verbindung steht, andererseits soll das eventuelle Vorkommen einer endolymphatischen Verbindung der beiden Ohrlabirynthe festgestellt werden. Ich will versuchen, daraus eine einzige Frage zu bilden, die, wie ich glaube, einer einheitlichen Antwort bedarf, und zwar: Ob und inwiefern die Art der Anpassung an das Verhältnis der Schwimmblase zum Ohrlabirynthe bei den Clupeiden von den übrigen Ostariophysen abweicht? Zur Entscheidung dieser Frage wird sich die vergleichend anatomische Untersuchung nicht nur auf die Gruppe der Clupeiden beschränken können, sondern es wird vielmehr nötig sein, auch die Verhältnisse in allen Gruppen der Ostariophysen ins Auge zu fassen. Ich gehe nun an die Darstellung meiner Befunde und der durch die vergleichende Methode erworbenen Ansichten.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir die im Adriatischen Meere vorkommenden Clupeidenformen, und zwar: *Clupea alosa, Cl. finta, Clupea (Meletta) sprattus, Cl. pilchardus, Engraulis encrasicholus* und *Sardinella aurita,* die mir von der zoologischen Station in Triest geliefert wurden, außerdem Schädelskelette von *Cl. harengus,* und ganze Skelette verschiedener Ostariophysen. Zur mikroskopischen Untersuchung habe ich auspräparierte Kopfregionen nach vorheriger Aufweichung in 3% Alkoholsalpetersäure in Paraffin eingebettet und auf zirka 7 μ dicke Mikrotomschnitte zerlegt. Zum Färben gebrauchte ich entweder Parakarmin oder Van Gieson'sche Mischung (Vorfärbung mit Delafield's Hämatoxylin), teilweise auch die Weigert'sche Methode für die elastischen Fasern. Da mir nur Formol- oder Spiritusmaterial zu Gebote stand, konnte ich auf den feineren Bau des Clupeidenohres nicht näher eingehen, deshalb werde ich im weiteren diese feineren Verhältnisse nur insofern berühren, als mir die erwähnten Färbungsmethoden einige Aufschlüsse darüber gestatten.

Es mag da zuerst der Unterschied zwischen dem Ohre der Clupeiden und dem anderer Fische klargestellt werden. Hasse will bei den Teleostiern drei Typen des Gehörorgans unterscheiden: 1) den gewöhnlichen Typus der Mehrzahl der Fische, 2) den der

Cyprinoiden, 3) den der Clupeiden. Der letzte Typus stellt zwei durch die über dem Gehirn verbundenen ductus endolymphatici miteinander kommunizierende Labirynthe vor, welche außerdem einen subcerebralen perilymphatischen Kanal und zwei die „recessus utriculi“ umgebende Lymphräume besitzen. Demgemäß betrachtet Hasse das Ohrlabirynth der Clupeiden als ein hochentwickeltes Organ, das, seiner Verbindung der ductus endolymphatici nach zu urteilen, sich dem Ohre der Amphibien nähert. In der Tat kommen in dem Ohre der Clupeiden viele Gebilde vor, die ihm ein von dem gewöhnlichen Typus abweichendes Aussehen verleihen. Es sind dies nämlich: die obere Überbrückung des Gehirnes von einem Kanal, der in einem Gewebe, welches dem der Labirynthwand ähnelt, verläuft; ferner der untere subcerebrale von demselben Gewebe aufgebaute perilymphatische, nach Hasse, Weber und Breschet endolymphatische Verbindungskanal; endlich die lymphatischen Räume, die nach Hasse den jederseitigen recessus utriculi umgeben und in offener Kommunikation mit den subkutanen Lymphräumen stehen.

Wie verhält sich also das Ohr bei den von mir untersuchten Arten? Bei sämtlichen von mir untersuchten Clupeiden lassen sich alle typischen Teile des Ohrlabirynthes unterscheiden: also der Utriculus mit dem Recessus utriculi, die 3 Ampullen, 3 Bogengänge mit dem sinus superior und der Sacculus mit der Lagena. Drei Otolithen sind, wie aus anderen Schilderungen bekannt, auch vorhanden, maculae und cristae verhalten sich im allgemeinen überall gleicherweise. Eines Gebildes muß ich indessen hier speziell gedenken: nämlich des ductus endolymphaticus. Nach Retzius ist das Vorkommen dieses Anhanges, nur von wenigen Ausnahmen abgesehen, bei sämtlichen Fischen festgestellt worden. Es gibt jedoch manche Autoren (15), die diese Annahme bestreiten. Der ductus endolymphaticus ist nämlich dort, wo er vorkommt, ein deutlicher, mit eigener Wand versehener Kanal, der seinen Ursprung aus dem primitiven Ohrbläschen ohne weiteres erkennen läßt. Weder die Entwicklung (16) noch die Ausbildung des erwähnten Gebildes bei den Fischen läßt meiner Ansicht nach ein Homologisieren mit dem ductus endolymphaticus anderer Wirbeltiere zu. Nach Retzius (7) und Hasse (5, 6) stellt es einen rudimentären Kanal dar, der der medianen Wand des sinus superior knapp anliegt und samt der pigmentierten dura mater leicht abgerissen werden kann (die dadurch entstandene Lücke hat Hasse zuerst für ein Kunstprodukt gehalten).

Die Untersuchungen mikroskopischer Schnitte durch diese Labirynthgegend haben mich überzeugt, daß zwar ein ähnliches Gebilde (*Pilchardus*, *Alosa*) existiert, jedoch jeder Selbständigkeit entbehrt und nur etwa wie eine Spaltung der Innenwand des sinus superior aussieht. Der Querschnitt dieses Kanals ist spindelförmig und die eine dem sinus superior zugekehrte Wand hat er mit demselben gemein. Ich kann nicht umhin meinem Zweifel Ausdruck zu geben, ob da nicht ein Irrtum vorliegt und ob nicht dieses Gebilde besser von Krause (15) erkannt worden ist, der es für kein Homologon des ductus endolymphaticus ansieht und dessen Entstehung durch das Einwachsen der Utriculuswand, die zur Verjüngung des foramen utriculosaccularis beiträgt, erklärt. Auf ein Mißverständnis scheint auch die Tatsache hinzuweisen, daß Retzius in dem Ohrlabirynthe von *Cyprinus Idus* auch einen ductus endolymphaticus entdeckt und abgebildet hat, während, wie man mit Nusbaum und Gegenbaur jetzt allgemein annimmt, bei den Cyprinoiden der quere Verbindungskanal einen solchen vorstellen soll: nur eines davon kann richtig sein [1]. Wie schon daraus zu vermuten ist, kann auch Hasse's Angabe über die obere Verbindung der ductus endolymphatici (5) bei den Clupeiden kein großes Zutrauen erwecken. Ich habe mich vielmals bemüht, diese obere Verbindung selbständiger endolymphatischer Kanäle zu finden, konnte jedoch weder auf den Quer- noch auf den Längsschnitten irgend einen Gang entdecken, der im Sinne Hasse's zu deuten wäre. Statt dessen habe ich einen anderen Kanal gefunden, auf den ich noch später zu sprechen kommen werde, der jedoch mit dem Hasse'schen ductus endolymphaticus nichts gemein hat. Ich will also schon an dieser Stelle andeuten, daß ich mich Retzius' Ansicht, daß keine endolymphatische Verbindung zwischen den beiden Ohrlabirynthen vorhanden ist, vollkommen anschließe.

Die anderen Teile des Labirynthes verhalten sich im großen

[1] Nusbaum und Gegenbaur haben seinerzeit den Verbindungskanal als dem ductus endolymphaticus homolog erklärt, ehe noch die Entwicklungsmethode dieses Kanals bekannt war. Die Untersuchungen S. Sidoriaks im Laboratorium des Prof. Nusbaum haben aber später gezeigt, daß der Kanal sehr spät zur Entwicklung gelangt (bei *Rhodeus amarus*), was gegen diese Homologie zu sprechen scheint, da der ductus endolymphaticus, wie bekannt, bei anderen Fischen als Produkt des Verbindungskanals des primitiven Ohrbläschens mit dem Ektoderm entsteht.

und ganzen bei sämtlichen untersuchten Arten ungefähr gleich; minder wichtige Unterschiede weist nur das gegenseitige Lageverhältnis des sacculus und des utriculus auf: der sacculus ist nämlich manchmal (*Engraulis, Sardinella*) weit nach vorn bis unter die Knochenkapseln geschoben, während er bei anderen mehr nach hinten liegt (*Sprattus, Alosa*). Damit hängt, wie ich bei der osteologischen Betrachtung darauf hinweisen werde, die Gestaltung der Schädelbasis zusammen. Sinus superior ist überhaupt sehr hoch, so daß er bei manchen Arten (*Sprattus*) fast den der anderen Seite berührt; bei makroskopischer Betrachtung kann es wirklich den Eindruck machen, als existiere dort eine freie Kommunikation. Dabei ist auch das Lumen des Sinus verhältnismäßig sehr geräumig. Der canalis semicircularis anterior et posterior liegen entweder frei im cavum cranii, und das trifft bei den meisten zu, oder aber sie sind von demselben durch eine straffe Membran abgegrenzt, so daß nur sinus superior freibleibt (*Cl. Harengus*).

Alle endolymphatischen Räume sind mit einem polygonalen Pflasterepithel ausgekleidet, der im Bereich der maculae acusticae wie gewöhnlich höher wird und hier die Nervenendigungen aufnimmt. Es ließ sich an vielen Stellen unter diesem Epithel ein differenzierter Teil einer Labirynthwand beobachten, der sich dunkler färbte und den Eindruck eines dicht fibrösen Gebildes machte. An der Grenze der perilymphatischen Räume bildete er allein die dünne Labirynthwand. In keinem Falle konnte jedoch seine Selbständigkeit nachgewiesen werden, so daß wir zweifellos diese Unterlage des Labirynthepithels nur für ein mehr verdichtetes Labirynthwandgewebe halten müssen.

Jedoch am meisten charakteristisch für das Ohr der Clupeiden ist die ungewöhnliche Dicke der medialen Labirynthwände und das dieselben aufbauende Gewebe. Es ist das Gewebe, welches die vermeintlichen endolymphatischen Kanäle Weber's, Breschet's und Ridewood's, und die endo- und die perilymphatischen Gänge Hasse's bildet und von dem letztgenannten Forscher als eine Verdickung der dura mater cerebri bezeichnet wurde. Die Verdickung findet sich an der Ober- und Innenwand des utriculus, von wo sie auf die vordere Wand des sacculus übergeht, diese, dann auch die fossa pituitaria und den Raum zwischen den beiden vorderen Knochenkapseln überbrückt und sich auf das gegenseitige Labirynth auf dieselbe Weise fortsetzt. Sie dringt noch in Gestalt einer drei-

seitigen Piramide zwischen die vordere und die hintere Knochenkapsel (die vermeintliche „bulbe accessoire“ Breschet's). Die mikroskopische Untersuchung dieses Gewebes samt dem Labirynthe belehrt uns, daß man es keineswegs für eine bloße Bedeckung des Labirynthes halten kann, wie es aus Hasse's Schilderungen hervorzugehen scheint, da man an diesen Stellen, wo das Gewebe an die Labirynthwand grenzt, diese Wand nicht nur von ihm nicht zu unterscheiden vermag, sondern da es sogar histologisch dasselbe Gewebe ist, wie das der Labirynthwand: eine fast homogene Grundmasse mit dunkleren fibrösen Streifen und den für das Labirynthgewebe so charakteristischen Spindelzellen. Doch an manchen Stellen, und zwar am deutlichsten dort, wo der recessus utriculi sich über die bulla ossea anterior erhebt, tritt eine gewisse Selbständigkeit der beiden Gebilde zutage: das Verdickungsgewebe geht unmittelbar auf die Wand der Knochenkapsel über, während die dünne Labirynthwand über der Querspalte sich ausspannt (wie es aus der Fig. 1 ersichtlich ist). Dasselbe Gewebe, welches doch den sinus superior aufbaut, überbrückt auch das Kleinhirn und setzt sich auf den gegenseitigen sinus superior ohne Unterbrechung fort. Von vornherein wäre es unmöglich anzunehmen, daß es die Wand des Labirynthes, die doch bei allen Wirbeltieren ein mehr oder weniger einheitliches, in sich geschlossenes und von der Umgebung gut unterscheidbares Gebilde ist, solche Auswüchse nach allen Seiten, nach außen, über und unter das Gehirn schicke. Ich schließe mich deshalb Hasse's Ansicht an, insofern er dieses Gewebe für ein Produkt der vermeintlichen dura mater hält. Es gibt jedoch noch andere Gründe, die eine solche Annahme rechtfertigen. In den mikroskopischen Präparaten sieht man an manchen Stellen mit großer Deutlichkeit den Übergang des fibrösen Gewebes der von Hasse sg. „dura mater“ in das fast homogene Gewebe, welches alle Merkmale des „Spindelknorpels“ an sich trägt. In Fig. 2, die den Querschnitt durch eine solche Gegend darstellt, sieht man, wie in diesem Fasergewebe hie und da Verdichtungen auftreten, die an weiteren Schnitten zusammenfließen und eine einheitliche „Spindelknorpelmasse“ bilden. Man muß aus einem solchen Verhalten eine weitergehende Konsequenz ziehen, als es Hasse getan hat. Das Gewebe der Labirynthwand ist dem Gesagten nach bei den Clupeiden kein unabhängiges Gebilde, denn es ist von dem umgebenden Gewebe noch nicht vollkommen differenziert; der Zustand muß als ein primitiver betrachtet

werden. Ich glaube darin einen Beweis für den primitiven Charakter dieses Gewebes, welches diese dura mater, wie sie Hasse nennt, zusammensetzt, zu sehen. Nach Sterzi's (13) Untersuchungen kann man bei den Fischen von einer dura mater eigentlich nicht reden, denn diese kommt erst bei den Amphibien zur Ausbildung, während die Gehirnhülle der Fische nur als eine noch undifferenzierte meninx primitiva anzusehen ist. Diese meninx primitiva stellt sich nur als eine Verdichtung des embryonalen faserigen Gewebes vor, welches nach außen von dem primitiv gebliebenen sg. Perimeningealgewebe umgeben ist. Dieses letztere Gewebe, das sich einerseits zur meninx primitiva cerebri ausdifferenziert, trägt anderseits zu einer analogen Umhüllung des primitiven Ohrbläschens bei: bei den Clupeiden finden wir diesen Zustand fast „in statu nascendi". Wir kommen weiter zu der Überzeugung, daß man mit Unrecht bei allen Fischen von einem perilymphatischen Raum spricht, weil die Umhüllung der meninx primitiva doch nur allgemein als Perimeningealraum bezeichnet werden muß, während wir unter dem „perilymphatischen Raum" nur ein dem Ohrlabirynthe allein zugehöriges Gebilde verstehen. Der letztere kommt nach meiner Ansicht den Clupeiden zu. Ich unterscheide nämlich zwei solche perilymphatische Räume: der eine gehört dem utriculus, der andere dem sacculus an; jeder ist mit dem der gegenüberliegenden Seite durch einen Kanal verbunden. Beide Kommunikationskanäle verlaufen in dem subcerebralen Spindelknorpelgewebe. Im Querschnitt (Fig. 3) ist der erstere breit oval, der andere enger dreieckig. Jederseits kommuniziert der Utriculusraum durch die Querspalte mit der vorderen Knochenkapsel (Fig. 1 P. s.) und bildet da die vermeintliche Labirynthausstülpung Weber's und Ridewood's. Diese Räume entstehen also drinnen in dem verdichteten Gewebe, sind von einer dünnen Membran ausgekleidet, von der nach innen elastische, mit Weigert'scher Methode sich färbende Bälkchen entspringen, die das von Breschet und Hasse beschriebene Schwammgewebe bilden, — ein Verhalten, das für die perilymphatischen Räume höherer Wirbeltiere so charakteristisch ist. Ich glaube zweifellos annehmen zu dürfen, daß dieses Gewebe durch Umbildung des Bindegewebes inmitten des Spindelknorpels entstanden ist, somit der Schilderung Hasse's in der Abhandlung über das Gehörorgan der Schildkröten (5) vollkommen entspricht. Wir brauchen nur diese Räume um das ganze Labirynth

wuchern zu lassen und wir bekommen einen dem perilymphatischen Raume höherer Wirbeltiere wirklich homologen Raum.

Der Utriculusraum der Clupeiden kommuniziert, wie Weber und Hasse gezeigt haben, mit der Außenbedeckung des Kopfes durch eine Öffnung in den Schädelknochen. Nach Hasse soll es eine Verbindung mit den subkutanen Lymphräumen sein [1]).

Es ist interessant, daß außer diesen beiden subcerebralen noch eine dritte perilymphatische Verbindung im Ohr der Clupeiden existiert. Es ist nämlich der von Breschet und Hasse als endolymphatische supracerebrale Verbindung der vermeintlichen ductus endolymphatici anerkannte Gang, der in der oberen Verdichtung des Perimeningealgewebes verläuft. Nicht bei allen Clupeiden tritt derselbe in gleicher Weise deutlich auf: so z. B. stellt er bei *Sardinella aurita* einen schon ohne Mikroskop deutlich durchschimmernden Kanal, während bei *Alosa* und *Finta* bloß unregelmäßige Kanälchen auftreten, die nur unter dem Mikroskop sich beobachten lassen. Wenn wir bei *Sardinella* auf Schnittserien den Verlauf dieses Kanals verfolgen, so sehen wir, daß er an der medianen Wand des sinus superior verläuft und sich in den perilymphatischen Raum des sacculus einsenkt. Sein Querschnitt ist unregelmäßig oval, seine große Achse ist schräg nach unten und vorne geneigt. Er entspricht also, was seinen Verlauf betrifft, den Schilderungen Breschet's und Hasse's, d. h. er entspringt an der medialen Wand des Labirynthes, überbrückt das Gehirn, um in den Labirynth der anderen Seite zu übergehen, ist jedoch weder eine spezifische endolymphatische Kommunikation des Ohres der Clupeiden (Breschet) noch der ductus endolymphaticus (Hasse), sondern stellt eine perilymphatische Verbindung beider Labirynthe dar. Breschet's Angabe über einen das Gehirn umfassenden Labirynthring wäre also durch eine ringförmige Verbindung der perilymphatischen Räume beider Labyrinthe zu ersetzen. Sowohl Breschet's als auch Webers und Ridewood's irrtümliche Deutung dieser perilymphatischen Räume wird man vielleicht der Injektionsmethode zuschreiben müssen. Die Labirynthwände sind nämlich dort, wo sie an die perilymphatischen Räume grenzen, ungemein dünn, können somit bei einem stärkeren

[1]) Die Untersuchung der Schnittserien hat mich überzeugt, daß die nämliche Öffnung in eine Art antrum führt, von welchem jedoch der Utriculusraum durch eine dünne Membran abgegrenzt ist.

Druck, was bei der Injektion fast unvermeidlich ist, sehr leicht zerrissen werden, und dann füllt die Injektionsmasse auch alle perilymphatischen Räume aus. Ich habe mit derselben Methode auch ähnliche Resultate wie die erwähnten Forscher bekommen, nur haben mich die mikroskopischen Schnittserien auf die Ungenauigkeit jener Methode aufmerksam gemacht, so daß ich deshalb zu den auf Grund derselben gemachten Beobachtungen kein Vertrauen hatte. Ich will da noch bemerken, daß ich, was die unteren perilymphatischen Räume und Kanäle anbetrifft, zwar mit Hasse im großen und ganzen übereinstimmend doch von ihm unabhängig und auf einem anderen Wege zu den hier dargestellten Resultaten gelangt bin; das beweist einerseits, wenn man die Schwierigkeit der Erforschung solcher komplizierter Verhältnisse berücksichtigt, die Exaktheit Hasse'scher makroskopischer Beobachtungen, andererseits kann es als eine vortreffliche Kontrolle dieser Deutungen dienen.

Ich gebe in Fig. 1 im Text eine schematische Darstellung der hier geschilderten Verhältnisse.

Ich gehe jetzt zu der mich in dieser Arbeit speziell interessierenden Beziehung des inneren Ohres zu den Ausläufern der Schwimmblase bei den Clupeiden. Weil ich fast dieselben Formen und hier in Betracht kommenden Gebilde untersucht habe, mit denen sich Ridewood befaßt und deren Größenverhältnisse angegeben hatte, so beschränke ich mich hinsichtlich des letzteren Punktes auf Ergänzungen seiner Angaben. Wie bekannt, entsendet die Schwimmblase der Clupeiden zwei Ausläufer nach vorne, von denen jeder nach einer Spaltung in zwei enge Kanälchen mit je einem membranösen Bläschen, der bulla membranacea anterior et posterior endet, die wiederum von je einer vorderen und einer hinteren bulla ossea umschlossen ist. Die bulla ossea anterior ist an ihrer oberen, dem cavum cranii zugekehrten Wand mit einer Querspalte versehen, durch welche, wie wir aus der vorigen Schilderung bereits wissen, keine Ausstülpung der Labirynthwand (Weber, Ridewood), sondern nur ein perilymphatischer Sack eindringt, der also mit der bulla membranacea anterior zusammenstößt. Bei der Schilderung des Verlaufes der Schwimmblasengänge, die wir „ductus vesicae natatoriae" nennen wollen, sagt Ridewood (S.), daß dieselben das Exoccipitale „durchbohren" und, nachdem sie sich in zwei kleinere kurze Kanäle geteilt haben, in je ein Bläschen führen, von denen das vordere von der bulla ossea anterior umschlossen ist und mit

dem Labiryntbdiverticulum zusammenstößt. Nach Ridewood's und Hasse's Angaben sollen die vorderen Knochenkapseln von dem Prooticum gebildet werden. Aus diesen beiden Angaben geht deutlich hervor, daß die vorderen Bläschen eigentlich in einem Raume liegen, der zu dem cavum cranii gehört. nur infolge der sonderbaren Ausbildung des Prooticum von diesem gemeinsamen Raume

Fig. 1. Schematische Darstellung der perilymphatischen Räume des Clupeidenohres. Zeichenerklärung: S — sacculus, De (?) — der vermeintliche ductus endolymphaticus; U — utriculus mit ru — recessus utriculi, Dpi U — ductus perilymphaticus inferior utriculi: Sp — spatium perilymphaticum, Ps — pars superior, Pi — pars inferior, B. o. a. — bullae osseae anterioris. v. n. — bulla membranacea vesicae natatoriae, Sept — septum elasticum bullae o. a.; Dpi S — ductus perilymphaticus superior sacculi, zwischen Dpi U und Dpi S besteht manchmal eine enge Kommunikation (*Sardinella*) infolge einer Ausstülpung des Dpi U und somit der Annäherung beider Kanäle; M — „spindelknorpelig" modifiziertes Perimeningealgewebe; ep. — Labyrinthepithel.

abgeschnürt und nur durch die Querspalte mit demselben in offener Kommunikation geblieben ist. Weder Breschet noch Hasse noch Ridewood haben das interessante Gebilde im Innern der vorderen Knochenkapsel, von dem wir gleich sprechen wollen. bemerkt; nur Weber scheint es gesehen zu haben. doch hat er die Selbständigkeit und damit auch die theoretische Wichtigkeit dieses Gebildes nicht erkannt. An mikroskopischen Querschnitten durch die vordere Knochenkapsel sieht man nämlich eine straffe Membran.

die diese Kapsel in zwei vollkommen abgetrennte Räume teilt: der eine von diesen, auf der Ventralseite liegend, birgt das Bläschen der Schwimmblase, der andere kleinere obere Raum schließt in sich einen Teil des perilymphatischen Ohrraumes ein. Es ist die von Weber beschriebene, vermeintlich durch Zusammenwachsen der Labirynth und der Blasenwand entstehende, nach der Art einer „membrana tympani“ gebildete Wand, die an einem knorpeligen Ring an der Innenseite der Knochenkapsel angeheftet ist. Demnach müssen alle Angaben über ein unmittelbares Anstoßen der Labirynth- und der Blasenwand (Weber, Ridewood) und über eine unmittelbare Kommunikation des Raumes, in dem das Schwimmbläschen liegt, mit dem cavum cranii (Breschet, Hasse) unbedingt als unrichtig angesehen werden. Wie das ganze Verhältnis sich nach meinen Befunden darstellt, will ich im folgenden ausführen.

Das erwähnte septum im Innern der Knochenkapsel (Fig. 1 sept F. 4) ist, mikroskopisch betrachtet, schwer zu definieren. Es ist eine fibröse, stark elastische Membran, deren deutlich längsverlaufende Fasern aus sonderbaren Kanälchen in der Knochenwand der Kapsel hervorzugehen scheinen (Fig. 5). Diese Tatsache läßt vermuten, daß ein ungemein inniger Zusammenhang dieser Scheidewand mit dem umgebenden Knochen besteht. An der Stelle, wo die Scheidewand an die Knochenwand sich anheftet, ist sie fächerartig ausgebreitet. Von beiden Seiten, d. h. von der dem Bläschenraum zugekehrten und von der an den perilymphatischen Raum angrenzenden, setzt sich auf dieses septum das die Binnenseiten der Knochenkapseln auskleidende Periosteum fort, so daß auf einem Querschnitt die Scheidewand eigentlich aus drei Lamellen zusammengesetzt erscheint: aus dem Periost des Bläschenraumes, aus den zum größeren Teil elastischen Fasern, die aus den Knochenkanälchen hervorkommen, und aus dem Periost des Lymphraumes. Die ganze Knochenkapselwand erscheint auf den Querschnitten so deutlich in der Strahlrichtung kanalisiert, daß dieser Knochen sich von den übrigen Schädelknochen vollkommen unterscheidet. Auf welche Weise das Vorkommen einer Membran im Innern einer Kapsel, die vom Prooticum gebildet sein soll, zu deuten ist, will ich bald ausführen.

Wie ich früher die Unterschiede des Ohres der Clupeiden von dem der übrigen Fische zu definieren versuchte und daraus einige Aufschlüsse über das Wesen derselben erhalten zu haben glaube,

so will ich nun die speziellen Anpassungen des Schädels an das gegenseitige Verhältnis des Ohres und der Schwimmblase bei den Clupeiden besprechen. Beim ersten Anblick fällt uns das Vorhandensein der vorderen Knochenkapseln auf. Es wundert mich, daß außer Breschet keinem von den Autoren daran gelegen war, die Entstehung solcher Gebilde, wie sie doch in dem gewöhnlichen Fischschädeltypus sich nicht finden, auf irgendwelche Weise zu erklären. Hasse und Ridewood deuten dieselben als ein Erzeugnis der Prootica, ohne sich mit der Möglichkeit und der Ursache einer solchen fast paradoxen Ausbildung eines Schädelknochens, der, nach

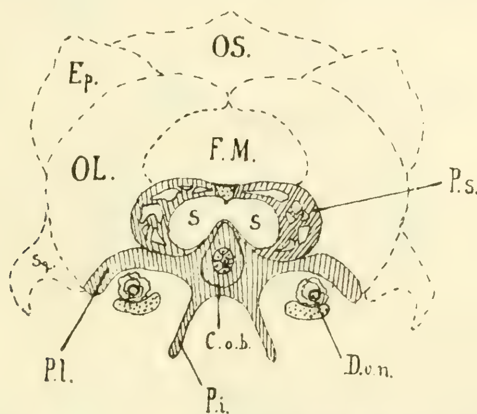


Fig. 2. Querschnitt durch die Occipitalregion des Schädels von Engraulis (schematisch).

C. o. b. — corpus ossis basioccipitalis, Pl — processus lateralis, Ps — processus superior, Pi — proc. inferior, Dv. n. — ductus vesicae natatoriae, S — Sacculushöhle; Sq — Squamosum, OL — occipitale laterale, Ep — epioticum, OS — occipitale superius, FM — (foramen magnum) hinterer Teil der Schädelhöhle.

seiner Knorpelpräformation zu urteilen, etwas mehr beständiges darstellt, zu befassen. Wir wissen doch, daß das Prooticum ein dem Schädelboden angehörender Knochen ist, der zu dem Ohrlabirynthe, zu dem foramen nervi trigemini in eine durch die ganze Fischreihe mehr oder weniger gleiche Beziehung tritt: ist er also gänzlich in den Dienst der Schwimmblase getreten, oder hat er nur den Boden der Knochenkapsel gebildet, während er zur Bildung ihrer oberen Wand einen besonderen Vorsprung ausgebildet hat, oder ist dazu noch ein anderer Knochen hinzugetreten? Es sind Fragen, die meiner Meinung nach nicht unbeantwortet bleiben dürfen.

Wenn wir die in Rede stehenden Verhältnisse auf den Schnittserien verfolgen, so bemerken wir folgende interessante Tatsachen: An einem durch die Hinterregion des Schädels von *Engraulis* geführten Querschnitte (Fig. 2 im Text) sehen wir das Occipitale basilare, das im Innern eine deutliche Chorda einschließt und an seiner Oberfläche einige Auswüchse unterscheiden läßt. Wir können die letzteren folgendermaßen bezeichnen: ein Paar obere (Ps), die den später zu erwähnenden Flügeln des occ. basilare angehören, ein Paar seitliche (Pl), die stark entwickelt den occipitalia lateralia entsprechen, und ein Paar untere (Pi), die Ridewood für hintere

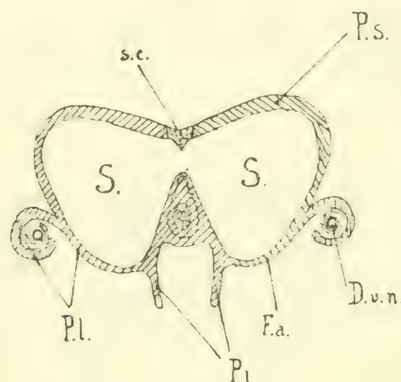


Fig. 3. Querschnitt durch die Labirynthregion des Schädels von Engraulis (schematisch).

F. a. — das vermeintliche foramen auditivum (Hasse), sc — sutura cartilaginea, sonst wie in Fig. 2.

Ausläufer des Parasphenoideum hält, die ich aber anders deuten möchte. Betrachten wir das Verhalten dieser Auswüchse an den mehr vorderen Schnitten, so bemerken wir, daß vorwiegend die seitlichen sich stärker entwickeln, so daß die oberen ihnen angewachsen erscheinen, daß sich gleichzeitig ihre distalen Enden nach unten umbiegen, wodurch sie einen nach unten geöffneten Halbkanal bilden. In diesem Halbkanal verläuft jederseits ein ductus vesicae natatoriae. Der Halbkanal ist nach unten von einer Knorpelrinne abgeschlossen. Im weiteren Verlauf (Fig. 3 im Text) werden die proximalen Teile der seitlichen Auswüchse dünner, und zwar im Bereiche des von Hasse sg. foramen auditivum (mit for. ovale homologisiert), während die distalen Enden dieser Auswüchse sich vollkom-

men schließen und dadurch knöcherne Kanäle für die ductus vesicae nat. bilden. Es ist die Stelle, wo nach Ridewood die ductus ves. nat. „das exoccipitale durchbohren“. Die distalen Enden der oberen Auswüchse, deren proximale Teile mit den seitlichen Auswüchsen verschmelzen und mit ihnen sich zum „foramen auditivum“ verdünnen, stehen durch eine Knorpelnaht miteinander über dem occipitale basilare in Verbindung und bilden nun das Gewölbe der beiden Sacculus-Höhlen. Sie scheinen da wegen der starken Entwicklung der seitlichen Auswüchse, aus diesen hervorzugehen. Die Verhältnisse in der mehr vorderen Partie (Fig. 4 im Text) sind leicht zu verstehen: Die von den seitlichen Auswüchsen gebildeten knöchernen Kanäle der ductus vesicae, erweitern sich zu ge-

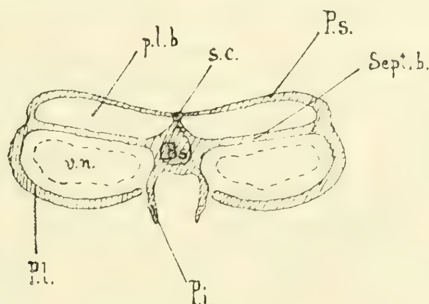


Fig. 4. Querschnitt durch die bullae osseae anteriores von Engraulis (schematisch); Bs — os basisphenoideum, v, n. — bläschenförmige Erweiterung der D. v. n. (siehe Fig. 2 u. 3), Sept. b — septum bullae, p. l. b. — pars lymphatica bullae, sonst wie in Fig. 2 u. 3.

räumigen Höhlen, die die bläschenförmigen Erweiterungen der ductus vesicae einschließen; es entstehen nämlich aus ihnen die unteren Abteilungen der Knochenblasen. Wenn wir nun erwägen, daß in der Knochenblase das Gewölbe dieser Abteilung die bereits erwähnte elastisch-fibröse Scheidewand bildet, so kommen wir zu der Überzeugung, daß sie nur eine histologisch modifizierte Fortsetzung dieser seitlichen Auswüchse darstellt, die überhaupt die seitlichen Teile des Schädelbodens ausmachen; der innige Zusammenhang dieses Septums mit der Kapselwand erscheint infolgedessen ganz verständlich. Aus dieser Schilderung ersehen wir, daß das vermeintliche foramen auditivum (Fig. 3 Fa im Text) Hasse's und Ridewood's keine Öffnung ist, sondern nur eine Knochenverdünnung in der Sacculusgegend, was durch Aushöhlung des sowieso dünnen Kno-

chens zur Unterbringung des sacculus mit den lagenae ohne weiteres erklärlich ist. Und in der Tat, wenn wir vorsichtig beim Präparieren vorgehen, so bemerken wir, daß die Öffnung mit einem dünnen Knochenplättchen überzogen ist (Fig. 6), das jedoch wegen der stärkeren Umrahmung median durch das occipitale basilare, lateral von dem knöchernen Kanale des ductus vesicae n., leicht reißt, wodurch man dann den Eindruck bekommt, als gehöre das Plättchen der Rachenschleimhaut an. Damit ist, wie ich glaube, die Entstehung der unteren, der Schwimmblase zugehörenden Abteilung der vorderen Knochenkapsel und das Vorkommen einer elastischen Scheidewand im Inneren dieses Raumes klar gemacht.

Aus dem bereits gesagten ergibt sich, daß wir in der vorderen Knochenkapsel zwei Abteilungen von verschiedenem Ursprung unterscheiden. Die Entstehung der unteren ist schon teilweise erklärt worden, und es erübrigt noch, die obere Kapselwand mit der in ihr vorhandenen Querspalte morphologisch zu untersuchen, um zu einem Aufschluß über die Entstehung derselben zu gelangen. Ich habe bereits erwähnt, daß man auf Querschnitten durch die Hinterregion des Schädels von *Engraulis* außer den seitlichen, den occipitalia lateralia entsprechenden Auswüchsen noch ein Paar obere, flügelartige Auswüchse unterscheidet, die in ihrem vorderen Teile mit den seitlichen verwachsen, jedoch nur mit deren proximalen Teilen; denn während diese nach unten umbiegen und die Kanäle und Knochenkapseln bilden, sehen wir die distalen Teile jener nach oben umbiegen und mit ihren freien Rändern über und mit occipitale basilare an der medianen Linie seiner dorsalen Fläche ganz oder teilweise zusammenwachsen, wodurch sie jederseits eine Sacculus-Höhle bilden. Demnach besteht die Wandung jeder Höhle an der Ventralseite aus dem verdünnten Knochenplättchen des seitlichen Auswuchses und aus dem mit ihm verwachsenen proximalen Teil der flügelartigen Auswüchse, an der Dorsalseite ist das Gewölbe von dem distalen Teil derselben gebildet. Diese beiden Knochenplättchen existieren an den Seitenteilen des Schädelbodens, sind folglich auch in der vorderen Knochenkapsel in Gestalt der bereits bekannten elastischen Membran vorhanden (im Text Fig. 4, Sept. b). Die oberen Wandungen der Knochenkapseln scheinen somit einen analogen Ursprung zu haben wie die flügelartigen Auswüchse in der Hinterregion des Schädels. Die Querspalte dürfte, ihrer Lage und hervortretenden Rändern nach zu urteilen, für den Eingang in die lym-

phatische Höhle, dem Eingange in die Sacculus-Höhlen analog, angesehen werden. Es sprechen dafür auch theoretische Erwägungen: der obere Teil der vorderen Knochenkapsel ist nämlich ein lymphatischer Raum, der mit einer primitiven Gehirnhülle ausgekleidet, einen Teil des cavum cranii darstellt (ähnlich wie die Sacculus-Höhlen), welcher infolge des Umwachsens von lateralen Auswüchsen von diesem abgeschnürt worden ist und nur durch einen spaltförmigen Eingang mit demselben kommuniziert, ähnlich wie im hinteren Teile die Sacculus-Höhlen mit dem Cavum cranii in offener Verbindung stehen. Eine fächerartige Ausbildung der Ausgangsstelle der elastischen Scheidewand im Innern der Knochenkapsel spricht dafür, daß sich da zwei Schichten übereinanderlagern, von denen die eine von der oberen, die andere von der unteren Kapselwand kommt. Das Vorhandensein des Periostes an beiden Seiten der Scheidewand weist auf den knöchernen Ursprung dieses Gebildes hin.

Im vorigen habe ich die Beziehung der vorderen Knochenkapseln zu dem Schädelboden besprochen. Die hinteren Knochenkapseln stellen kein so deutlich selbständiges Gebilde dar, wie die vorderen, deshalb will ich sie im Zusammenhange mit einigen Betrachtungen über den morphologischen Wert der schon zum Teil beschriebenen osteologischen Verhältnisse in der Occipitalregion des Schädels der Clupeiden behandeln.

Wenn wir das Cranium der Clupeiden nach dem allgemeinen Fischschädeltypus beurteilen, so finden wir Bestandteile ausgebildet, welche folgenden Knochen entsprechen: occipitale basilare, occipitalia lateralia, occipitale superius, epiotica — die den Occipitalteil des Schädels ausmachen, nach vorne ist die Schädelbasis von dem Basisphenoid gebildet, dem sich an den beiden Seiten die prootica anschließen sollten, die jedoch hier durch die vorderen Knochenkapseln ersetzt sind. Die letzteren sind, wie ich gezeigt habe, kein einheitliches Gebilde. An das prooticum grenzen nach hinten opisthoticum, nach außen temporale s. squamosum, nach vorne von den vorderen Knochenkapseln liegen die alisphenoidea.

Das occipitale basilare weist auf den ersten Blick eine interessante Abweichung von dem gewöhnlichen Typus auf, und es wundert mich, daß R i d e w o o d in seiner Osteologie (9) es keines Wortes gewürdigt hat. Es treten auf seiner dorsalen Fläche bei sämtlichen von mir untersuchten Arten, — und ich vermute es auch bei allen Clupeiden, — zwei breite flügelartige Vorsprünge in der Ge-

stalt dreieckiger Knochenplatten, die mit ihrer Basis aus dem basioccipitale hervorzugehen und mit ihren Gipfeln und mit der hinteren Seite sich an die occipitalia lateralia anzuheften scheinen. Ihre vordere Seite bleibt frei und begrenzt den Eingang in die Sacculus-Höhle, deren Wölbung jederseits je eine von diesen Platten bildet. Bei *Harengus*, *Alosa*, *Finta*, *Sardinella* findet sich in jeder Platte ihrem freien Rande näher eine demselben parallele Spaltöffnung, bei *Harengus* ist außerdem der hintere Teil dieser Platten deutlich gerippt. Diese beiden Plättchen bilden den Boden einer Längsgrube, in welcher die medulla oblongata verläuft, die Stelle, wo die Grube endet, ist die bekannte fossa hypophyseos. Die Grube ist mehr oder weniger tief, je nachdem die beiden Platten einen mehr oder weniger stumpfen Winkel bilden (so z. B. bilden die beiden Platten bei *Cl. sprattus* fast einen gestreckten Winkel). Die Basen der Platten sind vermittels einer Knorpelnaht miteinander und oft mit occip. basilare verbunden. Ich habe hier das Verhältnis dieser Vorsprünge zu dem Basioccipitale geschildert, wie es sich, von außen gesehen, darstellt. Auf Querschnitten sieht die Sache etwas anders aus: ich habe den Sachverhalt bei *Engraulis* untersucht und da finden wir, daß es ein Irrtum ist zu glauben, daß die Platten aus der dorsalen Fläche des occipitale basilare austreten und gegen die occipitalia lateralia divergieren, denn, wie ich es bereits geschildert habe, entspringen die Auswüchse mehr seitlich gemeinsam mit occipitalia lateralia, biegen sich nach oben um und verwachsen mit ihren Rändern über dem basioccipitale vermittels einer Knorpelnaht miteinander; dabei können diese Ränder (wie es bei *Engraulis* der Fall ist) mit occ. basilare nur vorne und hinten verwachsen, während in der Mitte unter ihnen eine offene Kommunikation zwischen den beiden Sacculus-Höhlen bestehen bleibt. Wenn wir also dieses Verhältnis makroskopisch beurteilen sollen, so müssen wir diese Vorsprünge eher den occipitalia lateralia zurechnen, obwohl die Betrachtung der Querschnitte uns belehrt, daß wir, streng genommen, nur von einem gemeinsamen Ursprung der occipitalia lateralia und dieser Auswüchse sprechen können. Das corpus ossis basioccipitalis ist wie gewöhnlich an seiner hinteren Fläche wirbelartig ausgehöhlt und enthält die chorda dorsalis in starker Ausbildung. Im Querschnitt ist er mehr oder weniger oval und trägt auf der dorsalen Fläche (wenigstens bei *Engraulis*) eine niedrige Leiste, die der Knorpelnaht der Knochen-

plättchen zum Anheften dient. Nach vorne verschmälert er sich bis zur fossa hypophyseos, wo sich ihm das Basisphenoideum anschließt. Bei *Pilchardus* erscheint er im Längsschnitt ein wenig bogenförmig nach unten in seiner Mitte gewölbt, was bei *Engraulis* die Entstehung der Kommunikationsöffnung beider Sacculus-Höhlen an dieser Stelle zur Folge hat.

Beiderseits schließen sich an das corpus ossis basioccipitalis in der Sacculus-Gegend die bereits erwähnten dünnen Knochenplättchen, von mir seitliche Auswüchse genannt, durch die der Schädelboden der Clupeiden breiter gestaltet wird, und dem Gebilde, das von Hasse als foramen auditivum bezeichnet wurde, den Anfang geben. Hasse und Ridewood erklären die Entstehung des „Foramen a." dadurch, daß die Knochen basioccipitale pro- und opisthoticum nicht, wie das gewöhnlich der Fall ist, durch eine Naht miteinander in Verbindung stehen, sondern zwischen sich eine freie Öffnung lassen. Indessen wirkt eine solche Annahme wenig überzeugend, da wir wissen, daß im Schädel überall dort, wo die Nähte dreier Knochen nicht zusammenlaufen, wenigstens eine knorpelige oder fibröse Membran die Öffnung abschließt; an der Bildung der Öffnungen hingegen von so großer funktioneller Wichtigkeit, wie sie Hasse dieser Öffnung zuschreibt, beteiligen sich fast immer die Knochen selbst. Das ist hier nicht der Fall; übrigens, wie ich bereits gezeigt habe, ist an dieser Stelle überhaupt keine Öffnung vorhanden und, wenn wir dieses Gebilde bezeichnen wollen, so müssen wir es für einen seitlichen Auswuchs des basioccipitale betrachten. Diese Auswüchse stehen mit dem corpus basioccipitale im innigsten Zusammenhang und sie sind es, die zusammen mit den schon erwähnten flügelartigen Auswüchsen den Boden der Sacculus-Höhlen ausmachen und allein die knöchernen Kanäle und Halbkanäle für die ductus vesicae natatoriae bilden.

Wenn ich nun zu dem Basisphenoid übergehe, so finde ich dieselben Vorsprünge in starker Ausbildung als untere Abteilungen der bullae osseae anteriores, über welchen die den flügelartigen Auswüchsen analoge Knochenspangen den lymphatischen Raum bilden. Auf grund meiner Befunde würde es mir schwer fallen, die bullae osseae anteriores als ein Erzeugnis der prootica anzusehen, da ich prootica, ähnlich wie opisthotica infolge der breiteren Gestaltung des basioccipitale und basisphenoideum mehr nach außen liegend, wie gewöhnlich mit der vorderen und äußeren Ampulle und

dem äußeren Bogengang in Beziehung treten sehe. Übrigens läßt auch die starke Ausbildung des corpus basisphenoidei vermuten, daß er von den Knochenlamellen der Prootica nicht überbrückt sein kann und die kapselartigen Gebilde eher ihm als den prootica angehören. Abgesehen von den Modifikationen, zeigt also meiner Meinung nach das Basisphenoid eine ganz ähnliche Ausbildung wie das basioccipitale. Es tritt nun nach meiner Ansicht noch ein Gebilde hinzu, das auf diese Ähnlichkeit hinweist.

Es sind dies zwei starke Leisten, die von unten diesen beiden Knochen angewachsen sind und bei manchen, wie *Alosa, Finta* u. a., den von Ridewood als „the posterior wings of the parasphenoid" bezeichneten Gebilden zum Anheften dienen. Ich kann hier darauf nicht näher eingehen, denn ich werde es an anderer Stelle ausführlicher behandeln, doch will ich hier andeuten, daß ich gegen den parasphenoidalen Ursprung dieser Leisten aus vielen Gründen manchen Zweifel hege. Ihre starke Ausbildung im Vergleich zu dem eigentlichen parasphenoideum, ihre Beziehung zu der Aorta, ihr inniger Zusammenhang mit den erwähnten Schädelknochen, die bei *Harengus* deutlich auftretende senkrechte Naht, die den zum Basisphenoid von dem zum basioccipitale gehörenden Teil dieser Gebilde zu trennen scheint, führen mich auf Grund der noch später hier zu erörternden Tatsachen und Ausführungen zu dem Schluß, daß wir es da mit einem Gebilde zu tun haben, das bei vielen Ostariophysen als der sg. processus pharyngealis auftritt.

Zuletzt will ich noch kurz ein Gebilde erwähnen, das den Schädel der Clupeiden von dem der anderen Fische nebst anderen Merkmalen unterscheidet, und zwar die hinteren Knochenkapseln. Schon Hasse hat in seinen „Bemerkungen über die Schwimmblase der Fische" die Vermutung ausgesprochen, daß diese Knochenkapseln den an dieser Stelle auftretenden Aushöhlungen im Schädel der Cypriniden entsprechen. Ich schließe mich dieser Ansicht vollkommen an, da ich sie durch vieles bestätigt finde. Beachtenswert erscheint mir die Topographie dieser Aushöhlungen: sie liegen nach außen in dem Bereiche des squamosum, nach innen in dem des pro- und opisthoticum, ähnlich wie die von Sagemehl (17) beschriebene Subtemporalhöhle der Cypriniden. Das bei *Sardinella* deutlich auftretende membranöse Fenster inmitten ihrer medialen Wände entspricht dem analogen Gebilde in der Subtemporalhöhle des *Cyprinus Carpio*, welches an der Kreuzungsstelle der drei Nähte

entsteht. Auch ist das Verhältnis zu dem äußeren Bogengange in beiden Fällen gleich. Die größere Selbständigkeit dieses Gebildes bei den Clupeiden läßt sich durch die bereits geschilderte Verlagerung der dasselbe zusammensetzenden Knochen nach außen leicht erklären. Das verschiedene Verhalten und die Ausbildung der Subtemporalhöhle bei den Cypriniden weist auf den rudimentären Charakter des Gebildes hin. Es spricht dafür auch das Fehlen der hinteren Knochenkapseln bei manchen Clupeiden wie *Cl. Sprattus* und *Chanos Salmoneus* (Ridewood) (9).

Wenn ich nun die hier in aller Kürze dargestellten Befunde zusammenfasse, so gelange ich zu folgenden Schlüssen:

1) Das Ohr der untersuchten Clupeiden zeigt von dem gewöhnlichen Typus insoweit abweichenden Charakter, daß seine Wände noch im innigen Zusammenhang mit dem undifferenzierten, auf embryonaler Stufe bleibenden Gewebe stehen. Aus demselben Gewebe bildet sich einerseits die Wand des primitiven Ohrbläschens, andererseits die meninx primitiva cerebri.

2) In dem noch stark entwickelten Gewebe der Labyrinthwand, das nun eine Art von Spindelknorpel bildet, kommt es zur Bildung eigentlicher perilymphatischer Räume, und zwar geschieht dies um die recessus utriculorum und um die beiden sacculus in der Weise, daß das Innere des Gewebes einer Umbildung in ein perilymphatisches Schwammgewebe unterliegt. Der perilymphatische Utriculus-Raum kommuniziert durch die Querspalte mit der oberen Abteilung der vorderen Knochenkapsel.

3) Die perilymphatischen Räume beider Labyrinthe sind miteinander durch drei perilymphatische Kanäle verbunden: I. einen subcerebralen, der die Recessus-Räume verbindet, II. einen subcerebralen, der die Sacculus-Räume verbindet, III. einen supracerebralen, der die Sacculus-Räume verbindet.

4) Hasse's Deutung, als wäre der letztgenannte Kanal eine Verbindung der Ductus endolymphatici, ist unhaltbar einerseits deswegen, weil es kein endolymphatischer, sondern nur ein perilymphatischer Gang ist, andererseits weil das Vorhandensein des ductus endolymphaticus bei diesen Fischen nicht überzeugend nachgewiesen ist. Es existiert somit keine endolymphatische Verbindung der beiden Ohrlabyrinthe.

5) Das Verhältnis der Schwimmblase zum Ohrlabyrinthe stimmt mit Weber's, Breschet's, Hasse's und Ridewood's Schilderun-

gen nicht überein, da die Luftbläschen der Schwimmblase in keinem Falle mit den Labirynthwänden unmittelbar zusammenstoßen, oder sich in einem gemeinsamen lymphatischen Raume mit dem Ohrlabirynthe befinden, da im Innern der vorderen Knochenkapsel eine fibröse, elastische Scheidewand existiert, die die beiden Räume vollkommen voneinander trennt.

6) Diese Scheidewand ist eine histologisch veränderte Fortsetzung der seitlichen Teile des Schädelbodens, von denen durch Umwachsung der untere zur Schwimmblase gehörende Teil der vorderen Knochenkapseln und in der mittleren und der hinteren Schädelbodenregion die Kanäle und die Halbkanäle für die vorderen Ausläufer der Schwimmblase entstehen. Es kann somit von einer Durchbohrung des Schädelbodens durch die ductus vesicae und einem Eindringen in das cavum cranii keine Rede sein. Der letztgenannte Raum ist so gut wie bei anderen Fischen von der Rachenhöhle abgeschlossen.

7) Das vermeintliche „foramen auditivum" (ovale — Hasse) ist bloß als eine Stelle im Schädelboden zu verstehen, an welcher die Knochenplatte wegen starker Ausbildung der fovea sacculi sehr verdünnt ist und infolge einer starken Umrahmung beim Präparieren leicht zerreißt.

8) Sowohl die Scheidewand im Innern der Knochenkapsel, welche durch einen Knochen gebildet wird, als auch derjenige Teil des Schädelbodens, welcher bei den Clupeiden die Fovea sacculi bildet, sind ein dem gewöhnlichen Fischschädeltypus fehlendes Gebilde, durch welches eine Verbreiterung des Schädels der Clupeiden verursacht, da es das pro- und opisthoticum nach außen verdrängt, die dort zusammen mit dem squamosum die hintere Knochenkapsel bilden. Auf Querschnitten erscheinen diese seitlichen Teile des Schädelbodens als seitliche Vorsprünge des occipito- und sphenobasilare.

9) Der obere Teil der vorderen Knochenkapseln scheint auf diese Weise zu entstehen, daß die den basioccipitalen flügelartigen analogen Auswüchse durch Umwachsung von außen her einen Raum vom cavum cranii abschnüren, der von dem perilymphatischen Gewebe des Utriculus-Raumes ausgefüllt ist und nur durch eine zurückgebliebene Querspalte mit dem cavum cranii kommuniziert.

10) Die leistenartigen unteren Auswüchse des Schädelbodens, nämlich die des occipito- und sphenobasilare scheinen ihrem Ver-

halten nach dem „processus pharyngealis“ der Ostariophysen zu entsprechen.

11) Die hintere Knochenkapsel entspricht zweifellos der Subtemporalhöhle anderer Fische; ihre Gestalt und Ausbildungsdifferenzen bei den Fischgattungen deuten auf ihren rudimentären Charakter hin.

Auf Grund dieser Befunde werde ich nun die meinen Untersuchungen vorangestellte Frage zu beantworten versuchen. Nach der bis jetzt herrschenden Meinung bestand der Unterschied zwischen den beiden Verbindungsarten der Schwimmblase mit dem Ohrlabirynthe darin, daß bei den Ostariophysen spezielle lymphatische Räume vermittels des Weber'schen Apparates mit beiden Organen in Verbindung stehen, dagegen bei den Clupeiden die Schwimmblase entweder mit der Labirynthwand oder mit den lymphatischen Räumen des Ohres in unmittelbaren Kontakt trete. Darin besteht der Grundunterschied: bei den Cypriniden, Siluroiden, Cobitiden, Ophidiiden, Characiniden, Perciden und Spariden liegt die Schwimmblase unter der Wirbelsäule, bzw. unter der Schädelbasis ohne jede offene Kommunikation mit dem Rückgratkanale, resp. mit der Schädelhöhle, dagegen soll nach den bisherigen Angaben die Schwimmblase der Clupeiden in die Schädelhöhle eindringen und in unmittelbaren Kontakt mit deren Lymphräumen treten. Schon Hasse hat darauf hingewiesen, daß es sozusagen der Art und Weise dieser Verbindungsverhältnisse entspricht, auch bei den Clupeiden die Vermittelung der lymphatischen Räume anzunehmen und nicht, wie es Weber und Breschet (nach Hasse auch Ridewood) wollten, an einen unmittelbaren Kontakt der Ohr- und Schwimmblasenwand zu glauben. Dasselbe Mißtrauen gegen die bisherigen Schilderungen jener Verhältnisse muß das Eindringen der Schwimmblase in das cavum cranii erwecken.

Meine Untersuchungen haben mich überzeugt, daß, abgesehen von der größeren Kompliziertheit der Einrichtung, kein Grundunterschied in der Art der Verbindung beider Organe bei den Clupeiden und bei anderen Ostariophysen besteht. Auf Grund meiner Ausführungen kann ich behaupten, daß bei allen Fischgruppen, bei denen die Verbindung der Schwimmblase mit dem Ohrlabirynthe auftritt, die Verbindung eine mittelbare ist, d. h. daß die Schwimmblase von dem Rückgratkanale, resp. von der Schädelhöhle vollkommen abgetrennt ist; wir haben hier lediglich mit einer Anpas-

sung der angrenzenden Skeletteile zu tun, und zwar meistens (wenn nicht in allen Fällen) mit der der Rippen, der Wirbel und der oberen Bogen, seltener der Schädelknochen an die Verbindung der Schwimmblase mit den Lymphräumen des Ohrlabirynthes. Als allgemein geltend will ich noch hervorheben, daß stets die sich der Schwimmblase anschließenden, umgestalteten Teile den Rippen homolog sind, dagegen die den Lymphräumen angepaßten den oberen Bogen entsprechen. Es bliebe da nur eine einzige Ausnahme und die ist nach meiner Meinung wichtig und vielsagend. Wir haben nämlich im Schädel der Clupeiden Anpassungsformen der Schädelknochen an die Verbindung der Schwimmblase mit den Lymphräumen des Ohres gesehen: die einen von diesen dienen zur Umfassung der Schwimmblase (die knöchernen Halbkanäle, Kanäle und der untere Teil der vorderen Knochenkapseln), die anderen zur Bildung der Lymphräume, die mit den Lymphräumen des Ohres kommunizieren (der obere Teil der vorderen Knochenkapseln). Die Analogie dieses Verhaltens mit dem allgemeinen Typus ist, wenn ich nicht irre, vollkommen, doch will ich weitere Schlüsse über die Homologie der hier in Betracht kommenden Teile nicht ziehen.

Ich möchte noch zuletzt einen allgemeinen Vergleich zwischen den eigentümlichen Knochengebilden im Schädel der Clupeiden und denen der übrigen Ostariophysen, vor allem der Cypriniden ziehen. Ich glaube nämlich allen Grund zu haben, die stark entwickelten, flügelartigen Auswüchse an dem basioccipitale der Clupeiden den horizontalen Knochenplättchen, die bei den Cypriniden die beiden Sacculus-Höhlen und das cavum sinusis imparis von oben bedecken, für homolog zu halten. Es entspricht den letzteren vor allem die Topographie jener Gebilde. Die horizontalen Knochenplatten der Cyprinoiden bezeichnet man gewöhnlich als die seitlichen Vorsprünge der Occipitalia lateralia, wer weiß, ob nicht mit demselben Recht, wie wir die gleichen Gebilde bei den Clupeiden als solche betrachten könnten. Es wäre interessant, das wirkliche Verhältnis dieser Gebilde zu den occipitalia lateralia und basioccipitale bei den erwachsenen Cypriniden näher kennen zu lernen, da Nusbaum in seinen neuesten embryologischen Untersuchungen einige Selbständigkeit dieser Knochenplättchen der Cypriniden nachgewiesen hat: diese sollen nämlich bei den Cyprinus-Embryonen unabhängig von der knorpeligen Anlage der occ. lateralia als primär verknöchernde unpaare Bildung entstehen. Wenn wir also vorläufig nur auf grund

morphologischer Ähnlichkeit die Homologie dieser Vorsprünge bei den Clupeiden und Cypriniden annehmen, so können wir weiter fragen, wie sich die Sache mit dem cavum sinusis imparis bei den Clupeiden verhält. Ich will hier nur andeuten, daß es nicht schwer fällt, sich die Entstehung des cavum sinusis imparis bei den Cypriniden im Zusammenhang mit der stärkeren Ausbildung des basioccipitale zu erklären. Die übrigen Verhältnisse sind denen bei den Clupeiden ganz gleich, nur erscheint der Winkel, den die beiden flügelartigen Vorsprünge einschließen, gestreckt (etwa wie es bei *Cl. Sprattus* der Fall ist), und durch den vergrößerten Abstand der distalen Ränder dieser Auswüchse von dem basioccipitale hat eine Vergrößerung des cavum sinus imparis zur Folge gehabt.

Ich schließe damit diese Schilderung meiner Befunde, die ich an dieser Stelle nur ganz kurz darstellen konnte. Ich hoffe, eine ausführlichere Abhandlung über diesen Gegenstand in nächster Zukunft vorlegen zu können.

Aus dem zoologischen Institut der Universität Lemberg.

Verzeichnis der zitierten Arbeiten.

1) E. H. Weber. De aure et auditu hominis et animalium. Pars I: de aure animalium aquatilium. Lipsiae 1820.

2) G. Breschet. Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des poissons. [Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie Royale des Sciences. Tome V, 1838. Paris].

3) C. Hasse. Das Gehörorgan der Schildkröten. [Anat. Stud. herausg. von Hasse. Leipzig 1873].

4) — Das Gehörorgan der Fische [ibid.].

5) — Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische [ibid.].

6) — Die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbeltiere [ibid.].

7) G. Retzius. Das Gehörorgan der Wirbeltiere. I. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien. Stockholm 1881.

8) Ridewood. The air-bladder and ear of British Clupeoid Fishes. [Journ. Anat. Phys. London. Vol. 26. 1891].

9) — On the Cranial Osteology of the Clupeoid Fishes. [Proceedings of the Zoological Society of London. Vol. II. 1904].

10) J. Nusbaum. O stosunku ucha do pęcherza pławnego u ryb karpiowatych. Lemberg. Kosmos, 1882.

11) — Entwicklungsgeschichte und morphologische Beurteilung der Occipitalregion des Schädels und der Weber'schen Knöchelchen bei den Knochenfischen *(Cyprinus Carpio)*. Anat. Anz. Bd. XXXII. 1908.

12) S. Sidoriak. Przyczynek do znajomości wzajemnego stosunku ucha i pęcherza pławnego u ryb karpiowatych i piskorzowatych. Kosmos, 1900.

13) Sterzi. Ricerche intorno alla anat. com. ed all'ontogenesi delle meningi. P. I. Meningi midollari. Atti del R. Istit. Veneto di Scienza, 1901.

14) K. Gegenbaur. Lehrbuch der vergl. Anatomie, 1898—1901.

15) R. Krause. Entwicklungsgeschichte d. Gehörorganes [in Hertwigs Handbuch der Entwicklungslehre, S. 91].

16) C. v. Noorden. Die Entwicklung des Labirynthes bei Knochenfischen. [Arch. f. Anat. u. Entwicklgesch. v. His u. Braune], 1883.

17) Sagemehl. Beiträge zur vergl. Anatomie der Fische. IV. Das Cranium der Cyprinoiden. [Morphol. Jahrb. Bd. 17, 1891].

Erklärung der Abbildungen (Tafel I).

Fig. 1. Querschnitt (parallel zur Sagittalebene des Körpers) durch die linke bulla anterior mit dem anliegenden Ohrlabirynthe von *Alosa vulgaris*. Ru — recessus utriculi; S. p. U. — Spatium perilymphaticum utriculi mit Ps — pars superior bullae durch die Querspalte kommunizierend, P. i. b. — pars inferior bullae von dem Ps durch die elastische Scheidewand — Sept. vollkommen getrennt. M — das „spindelknorpelige" Gewebe der Labirynthwand und der perilymphatischen Räume und Kanäle. N — nervus. (Reichert Ok. 4, Syst. 3, Zeichenapp. Abbe).

Fig. 2. Querschnitt durch die Gewebemasse, die die Wände der Lymphräume des Ohres bildet. Der Übergang des Perimeningealgewebes in den „Spindelknorpel". v. — Blutgefäße (Reichert Ok. 4, S. 6, Zeichenapp. Abbe). *Alosa vulgaris.*

Fig. 3. Querschnitt durch die beiden subcerebralen Kanäle. Dpi U. — ductus perilymphaticus inferior utriculi, Dpi S — ductus perilymphaticus inferior sacculi. *Alosa vulgaris* (Reichert Ok. 1, Syst. 3, Zeichenapp. Abbe).

Fig. 4. Längsschnitt durch die bulla ossea anterior von *Alosa vulgaris.*

Ps — pars superior s. lymphatica, Pi — pars inferior, vn — vesica natatoria (bulla membranacea), Sept — elastische Scheidewand.

Fig. 5. Ein Teil des Querschnittes durch den Kapselwandknochen. Die Kanälchen und das aus ihnen heraustretende Faser-Gewebe der Scheidewand. *Alosa finta* (Reichert Ok. 1, Syst. 8, Zeichenapp.).

Fig. 6 Der hintere Abschnitt des Schädelbodens von *Sardinella aurita.*

Ps — flügelförmige Vorsprünge an dem basioccipitale. F. au. — foramen (?) auditivum, b. a. — bulla anterior, b. p. — bulla posterior [c. 6-fach vergrößert].

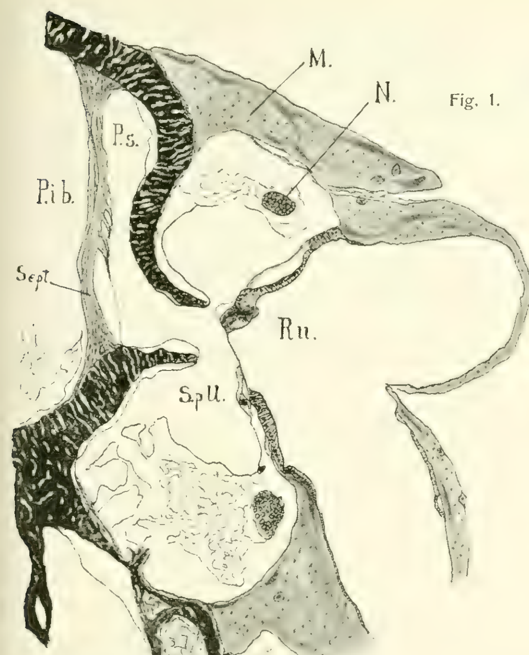
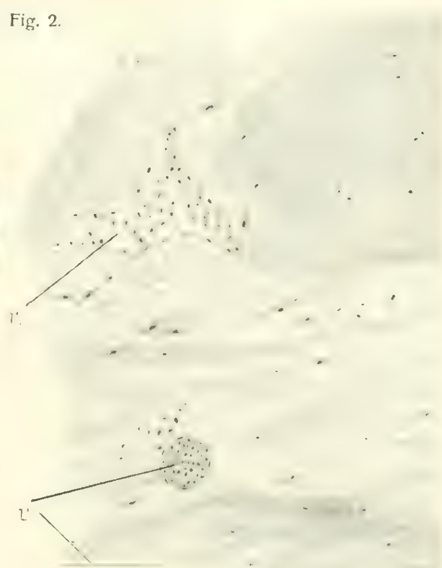


Fig. 1.


Fig. 2.

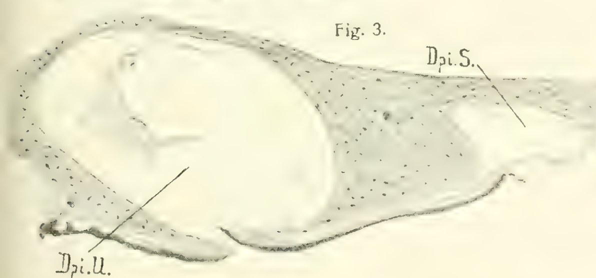


Fig. 3.

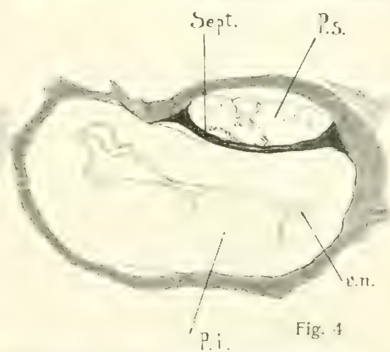
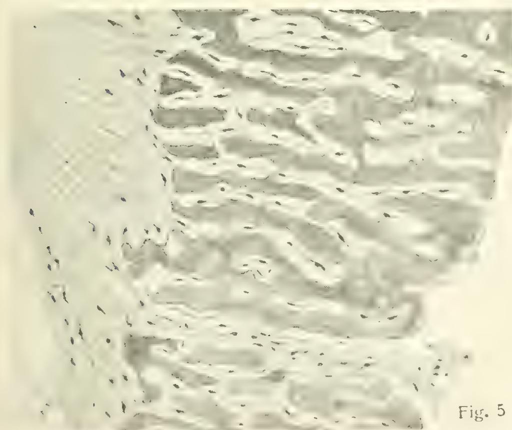


Fig. 4


Fig. 5

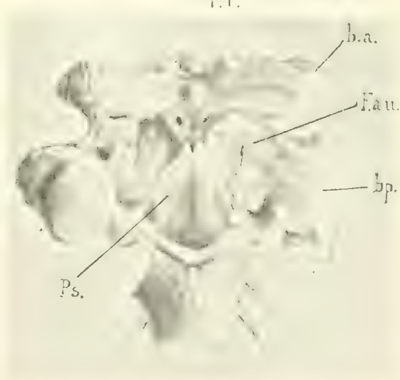


Fig. 6

A. Tysowski.

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE

5. *O wymoczku pasorzytniczym Chilodon hexastichus nov. spec., wraz z uwagami nad powstawaniem bańki odżywczej i podziałem komórki. — Chilodon hexastichus nov. sp., ein auf Süßwasserfischen parasitierendes Infusorium, nebst Bemerkungen über Vakuolenhautbildung und Zellteilung.* Mémoire de M. **E. KIERNIK,** présenté par M. H. Hoyer m. c.

Einleitung.

In den letzten zwei Jahren war ich mit Inanitionsuntersuchungen an Fischen beschäftigt. die ich zu einem ganz speziellen Zwecke unternommen hatte. Die Resultate dieser Untersuchungen sollen in einer anderen Abhandlung veröffentlicht werden. Da aber die vorliegende Arbeit ihren Ursprung indirekt diesen Untersuchungen verdankt, so muß ich hier einiges. was mit dem uns beschäftigenden Thema im Zusammenhange steht, erwähnen.

Die Fische, mit denen ich diese Untersuchungen angestellt hatte, lebten überhaupt und verhältnismäßig sehr lange, sobald das Wasser oft gewechselt wurde. Durchschnittlich kann man sechs Monate als die Grenze ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Nahrungsmangel annehmen. In einigen Fällen bemerkte ich. daß die Fische zu früh abstarben. Sie gingen gleich am Anfang der angestellten Untersuchung zugrunde. also zur Zeit. als von Hungerstod und Erschöpfung noch gar keine Rede sein konnte. Eben diese Fische, und zwar die Schleien (*Tinca vulgaris*). mit welchen ich meistens experimentierte, zeigten vor dem Tode folgende Krankheitssymptome: Vor allem bedeckte sich die Haut mit einem bläulichen Belag; das Atmen war erschwert, was sich in krampfhaften Bewegungen der Kiemendeckel äußerte, bis endlich die Fische mit weit geöffneten Kiemendeckeln starben, was auf Erstickungstod hinzuweisen schien.

Anfangs vermutete ich. daß die Beschaffenheit des Krakauer Leitungswassers (vielleicht die ziemlich starke Alkaleszenz desselben). in welchem ich die Fische hielt. die Ursache des frühzeitigen Todes der Fische war. Einige Arten der von mir zu den Untersuchungen verwendeten Fische konnten in der Tat das Leitungswasser nicht vertragen und gingen in sehr kurzer Zeit zugrunde, und zwar schon nach einigen Stunden oder am nächsten Tage. Auch in diesen

Fällen konnte man Erstickungstod konstatieren. Am empfindlichsten erwiesen sich *Leuciscus rutilus* und *Cyprinus carpio*; Fische dagegen wie *Carassius vulgaris* und *Tinca vulgaris* vertrugen dieses Wasser am besten, da sie, wie ich oben schon erwähnt habe, ungefähr sechs Monate im diesem Wasser aushielten.

Diese Tatsache schließt also die Möglichkeit aus, die Beschaffenheit des Wassers als Ursache dieses frühzeitigen Hinsterbens der Fische anzunehmen. Wenn wir jedoch auch diese Eventualität annehmen, so bleibt noch das Auftreten des bläulichen Belags auf der Körperoberfläche der Fische unaufgeklärt. Darum suchte ich nach einer anderen Ursache, die diese beiden krankhaften Erscheinungen erklären könnte.

Die Sektion der Fische ergab keine Resultate. Die inneren Organe zeigten keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen; es ließen sich weder Flecken, noch Hyperämien des Darmes, der Leber, noch der Milz feststellen. Die Untersuchung des Blutes, sowohl im fixierten, wie im frischen Zustande gab ebenfalls keine bestimmten Resultate.

Bei Untersuchungen des Blutes der Schleien fand ich in einigen frischen Präparaten ein Infusorium aus der Familie der Chilodontinen, dessen Anwesenheit im Blute mir jedoch stark verdächtig erschien. Da aber dieses Infusorium die ganz typische Organisation seiner Familie besaß und keine Merkmale aufwies, die auf ein entoparasitäres Leben dieser Form schließen lassen konnten, so mußte ich mit voller Sicherheit annehmen, daß es sich in diesem Falle nur um eine unvorsichtige Anfertigung der Präparate handle, und zwar daß das Infusorium durch Außerachtlassung der nötigen Vorsichtsmaßregeln von außen ins Präparat eingeführt wurde. Die weiteren, mit aller Vorsicht angestellten Untersuchungen bestätigten diese Annahme vollständig, belehrten mich aber zugleich, auf welche Weise und von wo die Infusorien ins Blut gelangt waren. Den Aufenthaltsort dieser Ciliaten entdeckte ich in den Kiemen, und zwar in den Räumen zwischen den Kiemenblättern, wo die Infusorien in ganzen Massen zu finden waren. Jedoch diese Organismen beschränkten sich durchaus nicht auf die Kiemen, sondern es war manchmal die ganze Haut mit denselben bedeckt.

Der Aufenthalt der Infusorien auf der Haut scheint die Schleimdrüsen zu stärkerer Sekretion zu reizen und, indem der Schleim auf der Oberfläche des Fischkörpers erstarrt, überzieht er die ganze

Haut, und es bildet sich eine Hülle einer matten Substanz von sehr zäher Konsistenz, welche eben jenen charakteristischen bläulichen Belag bildet[1]).

Auf diese Weise entdeckte ich nun die eigentliche Ursache dieser Krankheit der Fische und begann auch das Verhältnis des Infusoriums zu dem von ihm befallenen Tiere näher zu studieren. Denn wenn man sich auch den bläulichen Belag auf der Haut der Fische sehr einfach als Folgeerscheinung der durch die herumkriechenden Infusorien hervorgerufenen Reizung denken kann, so sind dennoch die Erstickungserscheinungen der Fische durch die bloße Feststellung der Infusorien in den Kiemen gewiß noch nicht genügend erklärt. Diese Erscheinungen können ja auch auf verschiedene andere Ursachen zurückgeführt werden. Durch massenhafte Anhäufung der Infusorien in den Zwischenblätterräumen der Kiemen kann der Sauerstoffzutritt gehemmt und auf diese Weise der Gasaustausch verhindert werden. In diesem Falle würde den Infusorien nur eine passive Rolle zufallen. Andererseits könnte man auch an eine aktive Rolle derselben denken, nämlich, wenn sie das Kiemengewebe vernichteten.

Bevor ich aber auf diese Frage näher eingehe, will ich mich vorerst mit dem Körperbau des Infusoriums selbst befassen und dabei die bezügliche Literatur berücksichtigen.

Morphologischer Teil.

a) Systematische Stellung des *Chilodon hexastichus.*

Im Jahre 1902 beschrieb Moroff (8) eine neue Infusoriumart aus der Familie der Chilodontinen, die er *Chilodon Cyprini* nannte, weil dieses Infusorium sich als eine parasitäre Form der „Karpfen und der karpfenartigen Fische“ erwies. Die durch diese Form hervorgerufenen Krankheitserscheinungen sind den von mir oben beschriebenen ganz ähnlich, so daß man deren Identität mit der Moroff'schen vermuten könnte. Der Vergleich der Organisations-

[1]) Es mag hier noch bemerkt werden, daß die Reizung der Haut durch die Anwesenheit einer anderen parasitären Infusoriumart noch gesteigert wird, nämlich durch die von Wallengreen beschriebene *Cyclochaeta Domergui*, welche einen ganz eigentümlichen Körperbau besitzt und mit einer Vorrichtung zur Anheftung an der Haut der Fische versehen ist, die einer Dornenkrone ganz ähnlich ist.

verhältnisse der beiden Formen belehrte mich jedoch, daß wir es zwar mit zwei Formen derselben Familie, aber mit verschiedenen Arten zu tun haben.

Ich war daher gezwungen, der von mir untersuchten Form einen neuen Speziesnamen zu geben, und zwar wählte ich den Namen „*Chilodon hexastichus*“, weil sie auf der ventralen Seite des Körpers jederseits sechs bogenförmig verlaufende Cilienstreifen besitzt. Bei *Chilodon Cyprini* Moroff ist die ganze ventrale Körperseite mit Cilien versehen, welche in längsverlaufenden Reihen angeordnet, beiden Rändern des dorsoventral abgeflachten Körpers fast parallel verlaufen. Da aber in der Familie der Chilodontinen die Anordnung der Cilienstreifen ein systematisches Merkmal bildet, so glaube ich mit Recht die von mir untersuchte Spezies als von der Moroff'schen verschieden ansehen zu dürfen. Aber auch die äußere Körperform des *Chilodon hexastichus* gleicht nicht derjenigen des *Chilodon Cyprini*. Während nämlich Moroff eine herzförmige oder blattähnliche Form für *Chilodon Cyprini* angibt, nähert sich *Chilodon hexastichus*, was seine Gestalt betrifft, den anderen Repräsentanten dieser Gruppe, wie *Chilodon uncinatus*, oder der von Maier beschriebenen aber nicht näher bezeichneten Chilodonspezies. Maier betrachtet übrigens die von ihm untersuchte Spezies entweder als eine neue Art oder nur als eine Varietät des *Chilodon uncinatus*. Es ist auch möglich, daß der von mir beschriebene *Chilodon hexastichus* keine distinkte und konstante Art bildet. Man könnte die von Moroff und mir untersuchten Arten, insbesondere, wenn man das Verhältnis dieser Infusorien zu den von ihnen befallenen Fischen im Auge behält, als zwei Varietäten einer und derselben Art ansehen. Das ist aber nur dann möglich, wenn wir von der Annahme ausgehen, daß die Körpergestalt und die Zahl der Cilienstreifen ein veränderliches Merkmal bilden und daß die Zahl der Cilienstreifen des *Chilodon hexastichus* noch in den Grenzen der individuellen Variation ihrer Art liegt.

Eine solche Anschauung ist wohl möglich und verliert ihren Verwahrungscharakter, besonders wenn man die Resultate der planktonischen Untersuchungen von Zacharias über *Hyalodaphnia* und *Bosmina* und die Lauterborn's über *Anuraea cochlearis* berücksichtigt. In allen diesen Fällen handelt es sich um sehr große morphologische Veränderungen der genannten Organismen, die wir als Saisondimorphismus oder Cyclomorphose bezeichnen. Es ist also

möglich, daß diese morphologischen Abweichungen, die wir beim Studium der letztgenannten Chilodonarten kennen gelernt haben, durch verschiedene äußere Einflüsse hervorgerufen sind und wir es in dem uns interessierenden Falle mit einem Polymorphismus derselben Form oder wenigstens mit verschiedenen Varietäten derselben Art zu tun haben.

Da aber unsere Kenntnis der Oscillationsbreite der morphologischen Merkmale bei dieser Form noch zu gering ist, um diese Frage endgültig zu entscheiden, glaubte ich mit gutem Grund, die von mir beschriebene Form — sollte dies nur einstweilen gültig sein — von den übrigen bekannten Formen abtrennen zu dürfen und als eine neue Art unter dem Namen *Chilodon hexastichus* zu beschreiben, und zwar umsomehr, da ich gegen die Richtigkeit der Moroff'schen Beobachtung und Beschreibung keinen Zweifel erheben kann.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Formen können aber auch durch ökologische Verhältnisse hervorgerufen sein, indem die eine Art auf *Cyprinus carpio*, die andere auf *Tinca*- und *Carassius*-arten lebt, zumal da die Lebensweise dieser Fische auch verschieden ist. Daß verschiedene Nahrungsverhältnisse wirklich eine morphologische Abweichung vom normalen Typus bewirken können, belehren uns zwei Fälle, von denen wir den einen Maupas, den anderen Fauré-Frémiet verdanken. Maupas (5) gibt an, daß er bei dem hypotrichen Infusorium *Onychodromus grandis* eine große Varietät erzielte, wenn er demselben große Ciliaten als Nahrung verabreichte, daß hingegen bei Ernährung mit kleinen Infusorien eine kleine Varietät resultierte. Diese letztere unterschied sich aber nicht nur in bezug auf die Größe des Körpers, sondern auch in bezug auf die Zahl und Anordnung der Cirren und Cilien. Fauré-Frémiet (2) erhielt wiederum eine Umwandlung der *Vorticella microstoma* in *Vorticella hians* und umgekehrt, indem er die Ernährungsbedingungen veränderte. Auf animalischem Nährboden erschienen immer Vorticellinen der Art *hians*, dagegen war *Vorticella microstoma* nur auf vegetabilischer Kost zu finden. Waren einmal in der Kultur Individuen der ersten Art anwesend, so konnte man sie durch Verabreichung vegetabilischer Nahrung in *Vorticella microstoma* direkt umwandeln.

Trotzdem verharre ich aber auf meinem Standpunkt gegenüber der von mir beschriebenen Form, da in nachfolgender Beschreibung noch andere Unterschiede hervorgehoben werden, die diese Tren-

nung des *Chilodon hexastichus* von anderen Chilodonarten begründen können.

Chilodon hexastichus bildet also eine besondere Art der Gattung *Chilodon*, welche als Unterfamilie der *Chilodontinen* und als Familie der *Chlamydodonten* zu der Ordnung der *Gymnostomata* gehört.

b) Methodisches.

Der größte Teil meiner Beobachtungen wurde auf frischem und lebendem Materiale gesammelt. Auf fixierten und gefärbten Präparaten kontrollierte ich nur die Ergebnisse der letzteren. Die Präparate dienten mir aber auch zum Studium der feineren Bauverhältnisse, speziell des Baues und der Veränderungen des Makronucleus. Zu diesem Zwecke fixierte ich die Infusorien auf Deckgläschen, wohin ich sie mit einer Pipette aus der Kiemenhöhle übertrug. Um das Verhältnis der Infusorien zu den Kiemen zu studieren, habe ich kleine Stücke der Kiemenblätter fixiert, in Paraffin eingebettet, in Schnittserien zerlegt und gefärbt. Handelte es sich um Fixieren der Infusorien auf Deckgläschen, so benützte ich Osmiumsäuredämpfe, Flemming'sche Flüssigkeit, eine in physiologischer Kochsalzlösung konzentrierte Sublimatlösung und zum Fixieren der ganzen Kiemenstücke ein Gemisch von Sublimat und 3% Salpetersäure im Verhältnis von 2 : 1. Auf diese Weise wurde nicht nur gleichzeitig fixiert, sondern auch das Skelett der Kiemen entkalkt, wodurch das Material nicht zu lange in so starken Flüssigkeiten wie Fixierungs- und Entkalkungsmitteln zu liegen brauchte. Zum Färben gebrauchte ich Safranin mit Wasserblau, Hämatoxylin nach Delafield, Eisenhämatoxylin nach Heidenhain, aber auch die Färbungsmethode nach Giemza, Romanowski u. a.

c) Körperbau des *Chilodon hexastichus*.

Auf Grund der Beobachtungen, die ich mit oben genannten Methoden gesammelt hatte, läßt sich folgendes Bild des Baues von *Chilodon hexastichus* entwerfen.

Chilodon hexastichus hat einen dorsoventral abgeflachten Körper, infolgedessen erinnert er, von der Seite betrachtet, an einen Laib Brot. Die ventrale Seite ist flach und bewimpert, die dorsale gewölbt, cilienfrei. Im lebenden Zustande hat er, von oben gesehen, eine ovale Gestalt, die nur an einer Stelle, dort wo sich die beiden Cilienstreifen nahe der Öffnung des Reuseapparates treffen, in einen

kurzen Schnabel ausgezogen ist. Diesen Teil des Körpers des *Chilodon* wollen wir auch als den vorderen bezeichnen (Fig. 1). Die Gestalt des *Chilodon hexastichus* ist aber keineswegs konstant, da sein Körper zu metabolischen Bewegungen befähigt ist. Das Infusorium nimmt nämlich einmal an Länge zu, einmal wiederum ab und bildet bald ein stark längsgezogenes Oval, bald eine kreisförmige Scheibe. Man kann unter den zahlreichen Gestaltformen, die dieses Infusorium annehmen kann, auch herzförmige finden, die



Fig. 1.

sehr an die von Moroff als *Chilodon cyprini* beschriebene Gestalt erinnern.

Auf fixierten Präparaten kann man zwar fast alle die Formen finden, doch überwiegt darunter die Gestalt einer ovalen Scheibe. Wir können also als Prototypus der Chilodongestalt eine ovale Scheibe annehmen, deren lange Achse 42—54 μ und die kurze 34—42 μ beträgt.

Die Struktur des Plasmas von *Chilodon hexastichus* erscheint nicht so kompliziert, wie wir sie bei manchen anderen Ciliaten, z. B. *Paramoecium* u. a. finden. Man kann hier zwar auch das Ekto- und Entoplasma unterscheiden, doch fehlt in dem ersteren die Schichtung in Pellicula, Alveolar- und Kortikalplasma. Den Körper des *Chilodon hex.* umhüllt nur die Cuticula, unter welcher ein schmaler Streifen hyaliner, homogener Substanz liegt. Das bis zu diesem hyalinen Saum reichende Entoplasma besitzt sowohl im Leben, wie in fixierten Präparaten einen feinkörnigen Bau. Im Entoplasma liegen beide Kerne (Macro- und Micronucleus), zwei Sekretionsvakuolen und der Reuseapparat.

Bevor wir uns mit diesen einzelnen Bestandteilen beschäftigen, wollen wir zunächst noch bei der Cuticula verweilen.

Diese den ganzen Körper bedeckende Hülle ist unter dem Mikroskope sehr gut zu sehen und läßt bis auf den mit Cilien besetzten ventralen Teil keine feinere Struktur erkennen. Wie erwähnt, laufen die Cilien bogenförmig in Streifen angeordnet zu beiden Seiten des Kernes und schließen ein cilienfreies mittleres Feld ein. In dem vorderen in einen Schnabel ausgezogenen Teile des Körpers vereinigen sie sich unter Abknickung, im hinteren Teile dagegen gehen sie fast unmittelbar ineinander über.

Sowohl das linke wie das rechte System setzt sich aus sechs Cilienreihen zusammen; deswegen habe ich auch die untersuchte Form *Chilodon hexastichus* genannt. Die Cilien liegen in tiefen Furchen, die man auf entsprechenden Schnitten durch den Ciliatenkörper sehr gut sehen kann. Die Cuticula ist auf Querschnitten im Gebiete der Cilienreihen sägeförmig gezackt. Aus dem Boden der Zackentäler ragen die Cilien hervor, welche in den im Entoplasma liegenden Basalkörperchen ihren Anfang nehmen. Die Anordnung der Cilienzonen, ihr Verhältnis zueinander ist aus der Figur 1 zu ersehen.

Die Cuticula, die, wie wir gesehen haben, außer diesen zackenförmigen Ausbuchtungen keine deutlich sichtbare Struktur besitzt, ist, wie weiter näher ausgeführt werden soll, als die äußere, oberflächliche und verdichtete Schicht des eigentlichen Protoplasmas aufzufassen.

Da das Kortikalplasma fehlt, so sind auch keine Trichocysten vorhanden. Statt dessen kommt bei den Chilodontinen ein Gebilde vor, das nach den Anschauungen der Autoren, die sich mit diesen Fragen beschäftigt haben, den Trichocysten homolog sein soll. Das ist der Reuseapparat, der als fixe Basis dem Cytopharynx dieser Infusorien dient. Der Reuseapparat besteht aus mehreren, in unserem Falle aus achtzehn Stäbchen, die kreisförmig angeordnet, ein trichterförmig sich verschmälerndes Gebilde darstellen. Der Eingang des Reuseapparates hat, von oben gesehen, die Gestalt eines doppeltkonturierten Ringes, auf welchem in regelmäßigen Abständen radiär angeordnete, mit der Heidenhain'schen Methode sich stark tingierende Streifen liegen, welche den oberen Querschnitt der einzelnen Stäbchen repräsentieren. Die Anwesenheit der Widerhacken, welche Stein im Reuseapparate der Chilodontinen beschreibt, konnte ich in keinem einzigen Falle konstatieren. Deswegen halte ich die Ansicht Bütschli's in dieser Beziehung für

wahrscheinlicher. In seinem großen Werke über die Protozoen äußert sich Bütschli über die Meinung Stein's folgendermaßen: „Das, was er (Stein) als Häckchen deutet, dürfte sicher nur die Flächenansicht (Querschnitt) der Oralenden der Stäbchen sein“.

Die Stäbchen des Reuseapparates nähern sich im weiteren Verlaufe immermehr der langen Achse des ganzen Apparates, so daß sie einen Trichter bilden, dessen Ende spiral nach oben aufsteigend, dem ganzen Apparate die Gestalt eines am Ende gewundenen Hornes gibt. Mir scheint aber, daß der Reuseapparat nur im Ruhezustande diese Gestalt hat. Sein innerer Abschnitt kann sich nämlich im Augenblicke der Nahrungsaufnahme auch ziemlich stark erweitern und ausstrecken.

Der Reuseapparat, der normalerweise bis in die Gegend des Macronucleus reicht, kann auch seine Lage verändern, indem er mehr in die Tiefe dringt oder nach außen gedrängt wird. In einem Falle aber habe ich auf fixierten Präparaten beobachtet, daß der Reuseapparat soweit hinausgedrängt wurde, daß er nur mit seinem spiralen Ende im Körper des Infusoriums steckte.

Die zwei Exkretionsvakuolen liegen in der Längsachse des Körpers einander gegenüber, die linke in dem oberen oder vorderen, die rechte in dem unteren oder hinteren Körperabschnitt, wenn wir das Infusorium von der Bauchseite, d. h. von der mit Cilien bedeckten Körperseite betrachten. Diese Vakuolen sind ganz konstante Gebilde, und nehmen immer dieselbe Lage im Körper dieses Infusoriums ein, so daß man sie auch als ein systematisches Merkmal des *Chilodon hexastichus* und der ihm verwandten Arten betrachten kann. Die Vakuolen sind stets von einer deutlich sichtbaren Membran umschlossen. Kontraktile Elemente waren an denselben nicht zu finden.

Im Gegensatz zu den Exkretionsvakuolen, die wie gesagt, ganz konstant auftreten, sind die Nahrungsvakuolen für diese Form sehr selten und schwer auffindbar. Wenn man aber eine größere Menge von Individuen, sei es im Leben oder im fixierten Zustande betrachtet, so findet man stets solche, die eine Nahrugsvakuole besitzen. Die Ernährungsvakuole ist viel größer, als die Exkretionsvakuolen und ist vom Entoplasma des Infusoriumskörpers durch eine sehr deutliche Membran abgegrenzt.

Das inkonstante Auftreten der Nahrungsvakuole steht im Zusammenhange mit der Ernährungsweise dieser Infusorien; wir müssen

uns also hier mit dieser Frage ein wenig eingehender befassen, wenn wir uns Klarheit über die Erscheinung des temporären Auftretens der Vakuolen verschaffen wollen. Die ganze Ernährungsfrage des *Chilodon hexastichus* verdient aber um so größeres Interesse, da wir dieses Infusorium als einen direkten oder indirekten Krankheitserreger der Fische ansehen müssen und uns nur die Art des Verhältnisses zwischen diesem Infusorium und dem von ihm befallenen Organismus auf diese Frage Antwort geben kann.

Auf Grund der Qualität der Nahrung und der Art und Weise der Nahrungsaufnahme trennt Bütschli (1) die Ciliaten in zwei Kategorien. „Die erste Kategorie umfaßt alle Ciliaten mit einfacher Mundstelle, Mundspalt oder unbewimpertem Schlund. Es gehören demnach hieher sämtliche Euchelinen, Trachelinen und Chlamydodonten. Alle diese Formen verschlingen relativ ansehnliche, z. T. sogar sehr große Nahrungskörper, welche sie durch eine Art Schlingprozeß aufnehmen, wobei sie Mund und Schlund gewöhnlich sehr erweitern.

Zu der zweiten Kategorie gehören im allgemeinen sämtliche übrigen Ciliaten, deren Mund und Schlund Wimperorgane verschiedener Art zur Einstrudelung der Nahrungskörper besitzen, bei welchen der Mund und Schlund auch fast dauernd offen steht, so daß der ununterbrochene Nahrungsstrom, welchen die Wimperorgane erzeugen, d. h. Wasser samt kleineren oder auch größeren Nahrungskörpern fortgesetzt durch den Schlund in das Endoplasma getrieben wird...... Das Hauptmerkmal dieses Modus der Nahrungsaufnahme ist jedoch, daß stets erhebliche Wassermengen mit der Nahrung aufgenommen werden, letztere also wohl immer gleich in Nahrungsvakuolen liegt, welche aus dem gleichzeitig eingetretenen Wasser entstehen."

Wenn wir also diese Einteilung der Ciliaten annehmen, so müssen wir vom morphologischen Standpunkte aus den *Chilodon hexastichus* der ersten Kategorie zurechnen. Das Vorhandensein des Reuseapparates als eines stets auftretenden, den Cytopharynx unterstützenden Gebildes ist ja neben anderen peristomalen Apparaten, die bei den übrigen Ciliaten vorkommen, das morphologische Merkmal dieser Gruppe. Deswegen finden wir auch bei Bütschli unter anderen Familien die zu dieser Kategorie gehören, auch die Familie *Chlamydodonta* erwähnt, in welcher die Chilodontinen eine Unterfamilie bilden.

Vom dem ernährungs-physiologischen Standpunkte aus charakterisiert sich wiederum diese Gruppe durch Aufnahme von größeren Nahrungskörpern. Als solche Nahrungskörper hat man Algen, Flagellaten und Ciliaten zu verstehen, die dieser Gruppe wirklich als Nahrung dienen. Als Beispiel eines Infusoriums dieser Gruppe wäre *Prorodon ovum* zu erwähnen. Die Bakterien dagegen sind kleine Nahrungskörper, die mit dem Wasserstrome aufgenommen werden und die Nahrung der zweiten Kategorie der Ciliaten liefern. Auf diese Weise ernährt sich z. B. *Paramoecium* u. a.

Die Ernährungsweise wird auch bei *Chilodon hexastichus* entscheiden, in welche von den beiden Kategorien wir ihn einreihen werden.

Nun muß ich betonen, daß ich trotz sehr langen und genauen Untersuchungen niemals gesehen habe, daß dieses Infusorium Algen, die doch in großen Mengen in der Kiemenhöhle vorkommen, Flagellaten oder andere Ciliaten verspeist hätte, während ich feststellen konnte, daß sich die Infusorien immer in größerer Anzahl an den Stellen der Kiemen ansammeln, wo man größere Anhäufungen von Bakterien begegnet. Diese Stellen lieferten mir eben das reichste Beobachtungsmaterial. Die Bakterien bilden also unstreitig die wichtigste Nahrung dieses Infusoriums, obwohl es nicht ausgeschlossen ist, daß es sich auch von den Sekreten der Haut und der Kiemendrüsen ernähren kann. Hauptsächlich ist dabei, daß das Tier nur kleine Nahrungskörper verspeist und nach der Bütschli'schen Einteilung der zweiten Kategorie zugerechnet werden muß. Diese intermediäre Stellung, welche *Chilodon hexastichus* im Verhältnis zu den Bütschli'schen Kategorien einnimmt, kann man sich auf diese Weise erklären, daß das Infusorium, welches zur Familie freilebender, d. h. nicht parasitisch oder symbiontisch lebender Formen gehört, in den Zustand der Abhängigkeit von einem anderen Wesen übertritt [1]. *Chilodon hexastichus* besitzt also noch dieselben morphologischen Merkmale, wie andere Arten dieser Familie, seine Lebensweise ist aber den Bedingungen gemäß, in welchen er lebt, etwas abgeändert. Die Änderung der neuen Lebensweise wird dadurch veranlaßt, daß sich derselbe auf eine ganz bestimmte Nahrung

[1] Die Art dieser Abhängigkeit wollen wir hier nicht berühren, da wir an einem anderen Orte noch Gelegenheit dazu haben werden.

beschränkt, was den ersten Schritt zur obligatorischen Symbiose oder zum Parasitismus bildet.

Die zweite Kategorie der Ciliaten charakterisiert sich ferner nach Bütschli durch Anwesenheit der Ernährungsvakuole. Da auch die Nahrungsweise des *Chilodon hexastichus* derjenigen der zweiten Kategorie entspricht, so wird auch das Auftreten der Vakuole bei diesem Infusorium verständlich.

Daraus ergibt sich also, daß *Chilodon hexastichus* eine vermittelnde Stellung einnimmt, da er morphologisch der ersten, physiologisch der zweiten Kategorie der Bütschli'schen Einteilung entspricht.

In dem oben angeführten Bütschli'schen Zitate lesen wir, daß infolge des mit der Nahrung aufgenommenen Wassers, die Nahrung „wohl immer in Nahrungsvakuolen liegt, welche aus dem gleichzeitig eingetretenen Wasser entstehen". Aus diesen Worten, die für die ganze Frage der Vakuolenentstehung nicht ohne Bedeutung sind, kann man eine doppelte Folgerung ziehen, erstens, daß die Nahrungsvakuole ein inkonstantes Gebilde sein muß, und zweitens, daß sie durch das aufgenommene Wasser gebildet wird. Während aber die erste Konsequenz mit den Verhältnissen, die wir an *Chilodon hexastichus* gefunden haben, vollkommen übereinstimmt, ist die andere etwas zu allgemein gehalten. Zur Charakteristik der Ernährungsvakuole des *Chilodon hexastichus* gehört nämlich die Vakuolenmembran. Diese Vakuolenmembran muß sich jetzt im Augenblicke der Nahrungsaufnahme bilden, und zwar dann, wenn die Nahrung mit dem Wasserstrome durch den vom Reuseapparat gestützten Cytopharynx hindurchgetrieben wird, sie muß aber andererseits in dem Augenblicke, wenn die verdauten Nahrungskörper durch die Cytopyge nach außen ausgeschieden werden, verschwinden.

Das Verhalten der aufgenommenen Nahrung stellt sich, unter dem Mikroskope gesehen, folgendermaßen dar. Die Nahrung, die mit dem Wasserstrome aufgenommen wird, passiert den Cytopharynx und dringt in das Entoplasma ein. Im Augenblicke des direkten Kontaktes mit dem letzteren wird sie von einer Membran eingehüllt und dadurch von dem Körper des Infusoriums abgeschlossen. Während des ganzen Verdauungs- und Resorptionsprozesses ändert die Vakuole fortwährend ihre Lage, bis sie zur Cytopyge gelangt und hier ihren Inhalt entleert. Die im Körper des Infusoriums nach

der Entleerung verbleibende Membran verschwindet dann nach einiger Zeit vollständig.

Wenn wir nun die Frage entscheiden wollen, wie alle die Vorgänge zustande kommen, die in der Vakuole und bei deren Bildung sich abspielen, so sehen wir sofort ein, daß wir mit der bloß beobachtenden und beschreibenden Methode nicht weit kommen können, sondern daß wir vielmehr zur Aufklärung dieser Erscheinungen die Resultate der experimentellen Untersuchungen und speziell der Untersuchungen über die Bildung und die Eigenschaften der s. g. organischen Membranen in Betracht ziehen müssen.

d) Entstehung der Vakuolenmembran.

Mit der Frage nach der Entstehungsart der Vakuolen haben sich bereits verschiedene Forscher wie de Vries, Pfeffer, Rhumbler u.a. beschäftigt. Nach Pfeffer (9) ist die Plasmahaut als verdichtetes Cytoplasma aufzufassen, gebildet durch Molekularänderungen in der Berührungsfläche des Protoplasmas mit einer anderen Flüssigkeit, welche durch die Wirkung der Oberflächenspannung hervorgerufen werden. Daß er aber diese Erscheinung nicht als einen rein physikalischen Vorgang auffaßt, ergibt sich aus seinen Äußerungen in der Arbeit „Zur Kenntnis der Plasmahaut u. s. w.“ S. 251.: „Daß aber die Plasmahaut kein einfaches physikalisches Oberflächenhäutchen sein kann, wie solches an der Grenzfläche homogener Flüssigkeiten entsteht, ist schon aus den Isolierungsversuchen zu entnehmen, welche mit dem Erstarren die Plasmahaut als eine feste Membran von meßbarer Dicke liefern“, und Seite 244: „.... daß die Plasmahaut nicht etwa einfach ein physikalisches Spannungshäutchen ist und daß die diosmotischen Verhältnisse nicht durch eine Ölschicht bedingt werden, wie es neuerdings von Quincke angenommen wird.“

Seit der Pfeffer'schen Arbeit ist aber eine Reihe von experimentellen Arbeiten erschienen, die uns ein helles Licht auf diese Vorgänge in der lebenden Zelle werfen können. Wir wollen daher im kurzen noch alles zusammenstellen, was wir über die Beschaffenheit und Entstehungsart der Vakuolenhaut wissen, und es in Einklang mit den experimentell erhaltenen Resultaten zu bringen versuchen.

Es ist eine längst bekannte Tatsache, daß nackte Protoplasmamassen sich von einem flüssigen Milieu durch einen Saum von hyalinem Plasma abschließen. Dieser hyaline Saum, auch Plasma-

haut genannt, muß aber hier von ganz besonderer Beschaffenheit sein, da er sich, wie das aus seinem Verhalten bei verschiedenen Beobachtungen hervorgeht, einmal wie eine feste Membran verhält, ein andermal aber Eigenschaften einer zähflüssigen Substanz erkennen läßt. Schon aus dem Grunde kann die Membranbildung nicht als einfacher physikalischer Vorgang aufgefaßt werden.

Diese Bemerkung bezieht sich aber auf die Cytoplasmahaut und nicht auf die Vakuolenmembran, die uns speziell in diesem Falle interessiert. Da aber die Bedingungen der Bildung der Vakuolenmembran, aus ihrem Verhalten zu urteilen, ähnlich sein können, so wurde die Bemerkung über die Entstehung der Cytoplasmahaut vorausgeschickt. Daß diese Anschauung auch von anderen Forschern geteilt wird, ergibt sich aus den Worten Pfeffers („Osmotische Untersuchungen" S. 147.): „Nach den empirischen Erfahrungen wird eine Plasmamembran überall vorhanden sein, wo Protoplasma an eine andere wässerige Flüssigkeit stößt". Diese Bemerkung kann sich implicite auch auf die Vakuolenhautbildung beziehen; übrigens wird diese Ansicht in einer anderen Arbeit desselben Verfassers „Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen etc." vielfach hervorgehoben.

Besonders wichtig sind Pfeffer's Experimente über die Bildung der künstlichen Vakuolenhaut vermittels der Asparagin-, Vitellin- und anderer Kriställchen, die dem Myxomyceten *Chondrioderma difforme* einverleibt wurden. Im Augenblicke des Auflösungsprozesses der betreffenden Kriställchen bildete sich eine diese Kristalle mit Flüssigkeit einschließende Membran, also eine Art von Vakuole, die sich ganz wie eine natürliche verhielt. Pfeffer hat auch ein Zusammenfließen von künstlichen und natürlichen Vakuolen gesehen, ja sogar ein Zusammenfließen mit einer pulsierenden Vakuole.

Ähnliche Erscheinungen sehen wir bei Nahrungsaufnahme durch Infusorien und Amöben; auch in diesen Fällen wird die aufgenommene Nahrung von einer Membran umschlossen, die den Inhalt der so gebildeten Vakuole von dem Entoplasma trennt. Wir können also beide Erscheinungen so lange unter demselben Gesichtspunkte betrachten, als nicht bewiesen wird, daß die Membranbildung in protoplasmatischen Körpern auf verschiedenen Wegen zustande kommen kann.

Die Resultate der bisherigen Forschungen stimmen insofern

untereinander überein, daß die Membran sich nur dann bilden kann, wenn die zusammenstoßenden Flüssigkeiten heterogen sind. Diese Empfindlichkeit der Heterogeneität der zusammenstoßenden plasmatischen Substanzen geht sogar so weit, daß zwei von verschiedenen Individuen herstammende Protoplasmamassen sich voneinander durch eine Membran trennen, dagegen zwei einem und demselben Individuum angehörende Massen, wie dies durch Jensen's Untersuchungen bestätigt wird, zusammenfließen." Hieher gehört auch die Beobachtung, die ich der weiter unten zitierten Arbeit von Metcalf entnehme und die von Höber gemacht worden sein soll: „Wenn ein Tropfen Protoplasmas von einer Protozoenspezies in ein anderes Individuum derselben Spezies eingebracht wird, so verliert er seine Persönlichkeit. Wenn er jedoch in ein Individuum einer anderen Spezies gebracht wird, so umschließt er sich mit einer Membran und bleibt unterschiedlich. Höber schreibt dies der Oberflächenspannung zu. Im ersten Falle sind die zwei Protoplasmamengen identisch, und es kann zwischen ihnen keine Trennungsfläche bestehen, diese beiden müssen sich folglich vermischen. Im zweiten Falle dagegen sind die beiden Protoplasmen chemisch verschieden und deshalb besteht an ihrer Trennungsfläche eine Oberfläche mit wohldefinierter Oberflächenspannung".

Wir haben aber schon früher gesagt, daß man die Membranbildung nicht nur als eine physikalische Erscheinung auffassen darf, da die Membran als ein gut definierbares Gebilde auftritt, das man durch entsprechende Mittel isolieren kann (Rhumbler gelang dies mit KOH), während an der Berührungsfläche von zwei homogenen aber nicht mischbaren Flüssigkeiten keine morphologisch bestimmte Membran sich zu bilden pflegt. Die Festigkeit und Elastizität dieser Trennungsschicht soll nur ein Ausdruck der in dieser Schicht wirkenden Kräfte sein. Die Plasmahaut und Vakuolenmenbran sind aber echte Membranen, deren wirkliche Existenz sehr leicht zu konstatieren ist, sowohl auf fixierten Präparaten oder noch besser, wie es Rhumbler durch seine Untersuchungen festgestellt hat, durch Einwirkung von verdünnter Kalilauge auf den Körper der *Amoeba verrucosa* (Fig. 15, 40, 48 in Rhumbler's Arbeit) (10).

Bei dieser Behandlung des Amöbenkörpers geht alles Entoplasma zugrunde und verschwindet gänzlich, es bleiben nur ektosplasmatische Bestandteile, und zwar sowohl das Hyaloplasma, das den ganzen Körper umhüllt, wie auch die Vakuolenmembran, die, wie wir

später sehen werden, dem Hyaloplasma homolog ist. Wir können daher das Verhalten der Vakuolenoberfläche nicht als den Ausdruck der dort wirksamen Kräfte rein physikalisch auffassen, denn die in oben geschilderter Weise nachgewiesene tatsächliche Existenz dieser Membran ist über jeden Zweifel erhaben. Da aber alles Entoplasma durch Behandlung mit Kalilauge verschwunden und nur das Ektoplasma und ihm verwandte Gebilde geblieben sind, so erscheint auch die für uns wichtige Schlußfolgerung Rhumbler's (a. a. O. S. 143): „daß eine chemische Differenz zwischen Ekto- und Entoplasma vorliegen muß" ganz berechtigt. Und etwas weiter lesen wir: „Da nun das Ektoplasma aus der Substanz des Entoplasmas seinen Ursprung genommen hat, da sich aber das Ektoplasma von dem Entoplasma unterscheidet, so muß offenbar auch seine chemische substantielle Umwandlung mit den in das Ektoplasma eingetretenen Entoplasmasubstanzen vor sich gegangen sein. Diese chemische Umwandlung hat sich an der Oberfläche vollzogen, also da, wo der Amöbenkörper mit einem fremden Medium in direkte Berührung tritt. Nichts liegt näher als der Einwirkung des äußeren Mediums direkt diese Verdichtung zuzuschreiben".

In welcher Weise das äußere Medium den verdichtenden Einfluß auf das Entoplasma ausübt, darüber äußert sich Rhumbler nicht. Die Antwort finden wir dagegen bei Metcalf „Über feste Peptonhäutchen auf einer Wasserfläche und die Ursache ihrer Entstehung". Aus fünf Hypothesen, die zur Erklärung der Entstehung fester Membranen auf der Wasserfläche aufgestellt worden sind, kann die 4. und 5. Hypothese, wie es Metcalf getan hat, zu Hilfe genommen werden. Die Hypothese beruht auf zwei von Gibbs in seiner Abhandlung „Über das Gleichgewicht heterogener Substanzen" (1876) aufgestellten Prinzipien. Von diesen besagt das eine, „daß ein gelöster Stoff, der die Oberflächenspannung seines Lösungsmittels vermindert, das Bestreben hat, sich in der Oberfläche anzusammeln"; das andere dagegen lautet: „Wenn die Stoffe einer Lösung fähig sind, eine chemische Umsetzung zu bewirken, die die Oberflächenspannung erniedrigen würde, so liegt eine Neigung zum Statthaben dieser Umsetzung vor".

Dieses Prinzip wurde dann von einigen Forschern, wie Zawidzki, Benson, Ramsden und Metcalf experimentell bestätigt und zur Erklärung der Entstehung fester Oberflächenhäutchen herangezogen. Es stellte sich dabei heraus, daß Proteinlösungen die-

sem Gesetz vollständig gehorchen, d. h., daß sie eben solche Substanzen sind, welche die Eigenschaft der Verminderung der Oberflächenspannung besitzen. Da aber das Protoplasma auch als eine Proteinlösung aufgefaßt werden muß, so müssen die entsprechenden Vorgänge in ihr demselben Prinzip unterworfen sein, und wir können daher annehmen, daß im Augenblicke des Zusammenstoßens des Plasmas mit einem nicht mischbaren, chemisch verschiedenen Körper aus dem ersteren gewisse Substanzen, die man allgemein als membranogene bezeichnen kann, in die Grenzfläche diffundieren und sich dort verdichten.

Ob jede beliebige Protoplasmapartie als Material zur Membranbildung dienen kann, oder ob speziell „membranogene" Substanzen von dem Plasma abgeschieden werden, ist schwer direkt zu entscheiden. Ich möchte aber die erstere Behauptung schon aus dem Grunde als die wahrscheinlichere annehmen, da wir die Erscheinung der Membranbildung nicht als eine spezifische vitale Eigenschaft des lebenden Plasmas auffassen, sondern auf rein mechanische Umstände zurückführen. Daß eine solche Membran auch für die vitalen Vorgänge in der Zelle von besonderer Bedeutung ist, kann noch nicht als ein triftiger Einwand gegen die mechanische Auffassung der Entstehungsart der Membran gelten, denn meiner Meinung nach äußert sich das Leben oder, wenn man will, die „Vitalität" nicht in speziellen Einrichtungen, die als materielles Substrat der Lebenserscheinungen dienen und durch physikalisch-chemische Faktoren hervorgebracht werden können, sondern in der harmonischen Beherrschung der ihr zu Gebote stehenden Mittel. Hier ist aber auch nicht der Ort, sich weiter darüber zu verbreiten.

Da jedoch das Protoplasma aus verschiedenen eiweißartigen Körpern besteht, welche auch verschiedenen Wert der Oberflächenspannungverminderung haben, so werden sich auch in der Grenzfläche nur diese Stoffe ansammeln, die den größten Wert dieser Fähigkeit haben, wenn wir von ihrer Diffusionsgeschwindigkeit, sowie von den Verhältnissen absehen, die mit innerer Reibung im Zusammenhange stehen. Wir können also bis zum gewissen Grade von membranogenen Substanzen im Protoplasma sprechen, indem wir an denjenigen Bestandteil der lebenden Substanz denken, der bei der Einwirkung der Oberflächenspannungskräfte sich in eine feste aber umkehrbare Phase verwandeln läßt. In diesem Sinne könnte man diesen Theorien, welche die Existenz von gewissen

präformierten Membranbildnern im Protoplasma annehmen, auch gewissermaßen Recht geben.

Das heißt aber allerdings noch nicht die Anwesenheit solcher Membranbildner im Protoplasma, wie es die de Vries'schen Tonoplasten sind, anerkennen, und zwar deshalb nicht, weil die Unzulänglichkeit dieser Hypothese Pfeffer in seiner Arbeit nachgewiesen hat, ferner weil wir mit einer solchen Hypothese, die mit präformierten strukturellen Einheiten operiert, nicht viel weiter kommen können und dabei noch weitere Annahmen machen müssen, um die Erscheinung der Membranbildung verständlich zu machen [1]). Bei solchen Untersuchungen handelt es sich gar nicht um die Erkenntnis der molekulären oder metastrukturellen Bauelemente der betreffenden Gebilde, es genügt vollkommen, wenn man die Bedingungen feststellen kann, unter welchen sie zustande kommen.

Da die von Metcalf gegebene Erklärung der Membranbildung von allen die beste ist und da sie auch andere Vorgänge, die wir weiter berühren werden, erklärt, so wollen wir uns an diese halten, von anderen möglichen Erklärungen absehen und jetzt zur Besprechung der gebildeten Vakuole übergehen [2]).

[1]) Bei diesem Suchen nach solchen speziellen strukturellen Teilchen, welche irgend eine Erscheinung uns erklären sollen, ist aber indessen immer ein logischer Fehler unvermeidlich, da wir ihnen solche Eigenschaften zuzuschreiben pflegen, welche die vorausgesetzte Annahme verlangt, ohne zu prüfen (was auch fast niemals, sogar indirekterweise, möglich ist), ob diese ihnen wirklich zukommen.

Wir begehen hier also einen Fehler, der in der Logik den Namen „Petitio principii" trägt und welcher als charakteristisches Merkmal allen Präformationshypothesen zu grunde liegt. Alle Bioblasten, Archiplasten, Plasome, Pangene, Biophoren u. s. w. besitzen solche Eigenschaften, die ihnen lediglich auf Grund dieses logischen Fehlers, den einzelnen Anschauungen der betreffenden Forscher gemäß, zugeschrieben werden. Es leuchtet aber ein, daß man sich in der Weise alles mit größter Genauigkeit erklären kann, denn man braucht nur solche metastrukturelle nichtempirische Einheiten anzunehmen und sie mit Eigenschaften auszustatten, welche der gebildeten Voraussetzung entsprechen. Übrigens glaube ich nicht, hier auf den Unterschied der in der Physik und Chemie eingeführten Begriffe der Atome und Moleküle und der biologischen Einheiten näher eingehen zu müssen.

[2]) Ich will noch folgende Beobachtungen über die Bildung des hyalinen ektoplasmatischen Saumes erwähnen. Schaudinn hat bei *Trichosphaerium* und Doflein bei *Myxosporidien* beobachtet, daß das Ektoplasma durch Auspressung des Wassers aus der oberflächlichen Schicht zustande kommt. Ich glaube, daß diese Art der Bildung des Ektoplasmas in gar keinem Widerspruche mit der

Wie wir gesagt haben, bleibt die Vakuolenmenbran bei *Chilodon hexastichus* so lange bestehen, als die Vakuole ihre Cyclose ausführt. Wenn aber die Vakuole nach Vollendung des Verdauungsprozesses bis an die Afteröffnung gekommen ist, birst sie und ihr Inhalt wird nach außen ausgeschieden. Die Membran bleibt aber im Körper des Infusoriums und wird mit fortschreitender Abscheidung durch das nachrückende Entoplasma immer mehr zu einem gefalteten Gebilde zusammengedrückt und verschwindet nach einiger Zeit. Eine ähnliche Beobachtung über eine kontraktile Vakuole bei *Amoeba verrucosa* beschreibt Rhumbler (S. 259) folgendermaßen: „Es läßt sich am vordringenden Rande des Protoplasmas eine die Vakuole als Blasenwand umfassende hautartige Verdichtung wahrnehmen, die sich mit dem Verschwinden der Vakuolenflüssigkeit zusammenzieht und schließlich, wenn alle Flüssigkeit entleert ist, noch als ein kleines rundliches Körperchen sichtbar bleibt, das erst nach einer Minute etwa verschwindet".

Die beiden beschriebenen Fälle beweisen, daß die Membran nach außen mit dem Vakuoleninhalt durchaus nicht ausgeschieden wird, sondern daß sie vielmehr im Körper des *Chilodon*, bezw. der *Amoeba verrucosa* zurückbleibt, um später im Körper der betreffenden Formen sich zu verflüssigen. Sie besteht also nur so lange, als die Bedingungen bestehen, die sie hervorgerufen haben.

Analoge Erscheinungen können wir bei der Verwandlung des Ektoplasmas in Entoplasma und vice versa beobachten, wie sie uns Rhumbler in seiner schon zitierten Arbeit S. 150, Kap. 4. „Verwandlung des Ektoplasmas während der Amöbenbewegung theore-

obigen Hypothese steht und daß diese Auspressung überhaupt und immer bei Pektisation des Plasmas vorhanden sein muß. Mit dem Wasser werden auch Mikrosomen und andere apoplasmatische Einschlüsse aus dem koagulierenden Teile ausgespreßt, und damit kann man sich auch die allgemein bekannte Erscheinung, welche beim Absterben der einzelligen Wesen auftritt, nämlich die Brown'sche Molekularbewegung, erklären. Die Mikrosomen und andere kleinere Partikeln, welche im lebendem Plasma wegen der großen Viskosität desselben die molekuläre Bewegung nicht ausführen können, beginnen im Anfange des Absterbens und der gleichzeitigen Koagulation des Plasmas, indem sie mit Wasser ins Innere der Zelle ausgepreßt werden, die charakteristische zitternde Bewegung. Die Menge des abgegebenen Imbibitionswassers wächst beim Absterben immer mehr, der Zusammenhang der einzelnen koagulierten Plasmapartikeln wird immer lockerer, und es kommt endlich zur totalen Desintegration der einst lebenden Zelle und zum körnigen Zerfall derselben.

tisch erschlossen und empirisch nachgewiesen“ liefert, besonders wenn wir die Bildung der Plasmahaut und Vakuolenmenbran auf gemeinsame Ursachen zurückführen, was mit den Pfeffer'schen und Rhumbler'schen Anschauungen und auch mit denen vieler anderen Autoren, die sich mit dem Gegenstande beschäftigt hatten, zusammenfällt.

Rhumbler sieht in der Verwandlung des Ektoplasmas in Entoplasma den Ausdruck der „ektoplasmalösenden Kraft des Entoplasmas“, ich glaube aber, daß diese „geheimnisvolle Kraft“ des Entoplasmas sich auch anders begreifen läßt. Der Membranbildungsprozeß beruht auf einer chemischen Umwandlung der in der Grenzfläche der beiden Flüssigkeiten sich ansammelnden Protoplasmabestandteile, einer Umwandlung von reversibler Natur, welche so lange verläuft, als auch die Oberflächenkräfte wirken, oder bis die sich bildende Membran so dick wird, daß die gegenseitige Beeinflussung der in Kontakt stehenden Flüssigkeiten gleich Null wird. Dann tritt in der Grenzfläche ein Gleichgewicht ein, das durch zwei Prozesse, den Auflösungs- und den Neubildungsprozeß, reguliert wird. Jede Auflösung der Membran stört das Gleichgewicht und verursacht infolgedessen eine neue Konzentrierung der membranogenen Substanz in der Grenzfläche; zu starke Konzentrierung wird durch Auflösung ausgeglichen. Solange die Bedingungen der Membranbildung bestehen, oszillieren die beiden Prozesse um ihren Gleichgewichtspunkt, sobald sie aber weichen, gewinnt der Auflösungsprozeß die Oberhand, und die gebildete Membran wird gänzlich in der Mutterlauge, das heißt im Entoplasma gelöst. Solange also die Vakuole eine Flüssigkeit umschließt und solange das Ektoplasma in direkter Berührung mit dem Wasser steht, bleibt sowohl die Vakuolenmembran und der hyaloplasmatische Saum bestehen, hat aber die Vakuole ihren Inhalt entleert und wird das Ektoplasma von Entoplasma umflossen, wie dies Rhumbler bei der Bewegung v. *Amoeba blattae* und *limicola* und Penard bei *Amoeba proteus* und *undosa* beobachtet hat, so lösen sich beide, d. i. sowohl Vakuolenmembran wie Ektoplasma, auf.

Wir wollen daher keinen prinzipiellen Unterschied zwischen den zwei morphologisch differenten Plasmaarten, d. h. dem Ento- und dem Ektoplasma annehmen, das letztere wäre ja nur ein von Mikrosomen befreites, durch die Wirkung der Oberflächenspannung verändertes Entoplasma, welches auf der Oberfläche des ganzen

Körpers oder der Vakuole eine mehr oder weniger resistente Hülle bildet, die aber wieder morphologisch gesagt, in granulöses Entoplasma zurückverwandelt werden kann. Aus dem Grunde kann man auch die Cuticula der Flagellaten und Infusorien als eine solche an der Oberfläche verdichtete Entoplasmaschicht auffassen, die eine äußere Körperhülle bildet und ihrem Körper eine mehr beständige Gestalt verleiht, die aber den metabolischen Körperbewegungen der Flagellaten oder Infusorien keinen Widerstand entgegensetzt.

Ich hatte zweimal Gelegenheit, mich von der Richtigkeit dieser Anschauung durch direkte Beobachtung zu überzeugen: einmal beim Studium der Umwandlung einer mir unbekannten Flagellatenspezies aus der Gruppe der Protomonadinen, die ich durch mehrere Tage auf dem Objektträger kultivierte, wobei ich ihre ganze Verwandlung vom Amöbenstadium durch ein astasiopsisähnliches Stadium bis zur Erreichung der erwachsenen birnförmigen Form beobachten konnte, ein andermal aber noch prägnanter bei einer Beobachtung an einem Exemplar von *Stentor viridis*, welches ich mit einigen anderen Individuen derselben Art zu Versuchszwecken auf den Objektträger isoliert hatte. Das zuletzt erwähnte Exemplar, das meine Aufmerksamkeit auf sich lenkte, war das größte von allen und unterschied sich von den übrigen, von der Größe abgesehen, durch seine Trägheit, ja geradezu Bewegungslosigkeit. Nach einiger Zeit, während welcher ich das Tier ununterbrochen beobachtete, begann es plötzlich durch das Peristom Partikeln seines eigenen Leibes in periodisch abgegebenen Stößen herauszuwerfen. Dann trat ein gänzlicher Zerfall seines hinteren Endes in der Weise ein, wie man das beim Tode der Infusorien immer sehen kann. Der Zerfall kam aber nicht zum Abschluß, sondern es wurden auf die Weise nur zwei Drittel des Körpers zerstört, so daß vom Infusorium nur die Peristomal-Gegend mit ihren während der ganzen Zeit sehr stark schlagenden Cilien, das vordere Drittel des Körpers mit vier Gliedern seines rosenkranzförmigen Kernes intakt blieben. In diesem Augenblicke bedeckte sich der hintere, der Zerfallslinie angrenzende Teil mit einer Cuticula, und das Infusorium schwamm mit großer Eile vom Zerfallsorte fort. Die Bildung der Cuticula nahm ihren Anfang nicht von der alten übriggebliebenen, auch hat sich der Körper nicht durch Zusammenrücken der frei stehenden Enden der alten Culticula von dem

Medium abgeschlossen, sondern es bildete sich eine neue Plasmahülle, durch direkte Verwandlung der entblößten Protoplasmaschicht.

Das weitere Verhalten des Stentoren interessiert uns hier nicht mehr; es war mir daran gelegen, aus dieser Beobachtung nur das mitzuteilen, was als Beweis für die Richtigkeit der oben angeführten Anschauung herangezogen werden kann. In diesem Sinne äußert sich auch Pfeffer in seiner Arbeit: „Zur Kenntnis der Vakuolenhaut etc". S. 235. „So ist der äußere Grenzwall des Protoplasten in der Membran, der sog. Cuticula von Euglenen und Infusorien zu einer festeren und schärfer begrenzten, aber immerhin noch mit dem Protoplasma zusammenhängenden Haut geworden, welche auch besonders sichtbare Strukturen auszubilden vermag und wenigstens normalerweise sich nicht mehr in Cytoplasma zurückzuverwandeln schien".

e) Mechanismus der Vakuolenentleerung.

Die gebildetete Vakuolenmembran erreicht eine Dicke, die das Gleichgewicht zwischen der beiderseitigen Einwirkung der in der Vakuole eingeschlossenen Flüssigkeit und des angrenzenden Protoplasmas erhält, die also die Wirkung der Oberflächenspannung ganz aufhebt.

Nach Vollendung der Cyclose gelangt die Vakuole dann zur Afteröffnung, der Cytopyge, welche nach Maier beständig bei den Chilodontinen existieren soll.

In diesem Augenblicke verändern sich die Bedingungen, welche auf die Vakuole einwirken. Solange die Vakuole in dem Protoplasma des Infusoriumkörpers verbleibt, befindet sich ihre Membran unter gleichmäßigem Drucke, der sowohl von außen, das heißt von dem Entoplasma, wie von innen, nämlich von der Vakuolenflüssigkeit, einwirkt. Darum hat auch die Vakuole eine regelmäßig kugelige Gestalt. Gelangt sie jedoch bis zur Afteröffnung, dann ist der kleine, der Cytopyge anliegende Teil der Membran nur dem inneren Drucke ausgesetzt, der jetzt überwiegt und das Gleichgewicht stört. An der von dem Drucke des Entoplasmas befreiten Stelle muß es zur Deformation der Kugelgestalt der Vakuole kommen, die Membran bildet hier eine Ausbuchtung, die infolge des sich immer mehr steigernden Druckes des Entoplasmas endlich birst und dabei den Inhalt der Vakuole ausströmen läßt. Wir dürfen jedoch nicht außer acht lassen, daß sich an dieser Stelle

keine neue Membran bilden kann, da dort weder das Material noch die Bedingungen zu einer Membranbildung vorhanden sind. Auch könnte man an die Anwesenheit der osmotisch wirkenden Körper im Vakuoleninhalt denken, die das Wasser aus dem Medium aufsaugen und dadurch noch mehr den Druck auf die Vakuolenmembran von innen steigern und den ganzen Prozeß beschleunigen.

Die den Entleerungsprozeß der Vakuole einleitende Ausbuchtung ist bei Infusorien sehr schwer zu sehen, wir besitzen aber eine von Rhumbler an *Amoeba verrucosa* gemachte Beobachtung, die auf S. 259 seiner schon mehrmals zitierten Arbeit folgendermaßen geschildert wird. „Hat die Vakuole eine große aber nicht genau bestimmte Größe erreicht, so erfolgt ihre Entleerung nach außen, zunächst gewahrt man fast immer — nur dann nicht, wenn sie ungünstig liegt — eine kleine kuppelartige Aussackung gegen das Ektoplasma hin". Rhumbler schreibt die Ausbuchtung der Veränderung der Oberflächenspannung an der betreffenden Stelle der Vakuole zu; es wäre aber zu bemerken, daß bei der *Amoeba verrucosa,* die keine präformierte Afteröffnung besitzt, die Bedingungen der Vakuolenentleerung ein wenig modifiziert sein müssen, da hier der Entoplasmadruck überwunden werden muß. Diese Modifizierung braucht aber nur quantitativ gedacht zû werden.

Nach Beendigung der Defäkation zieht sich die Membran zusammen und erliegt der „ektoplasmalösenden Kraft des Entoplasmas" oder anders gesagt, sie verschwindet, wenn die Tendenz zur Auflösung die Tendenz zur Verdichtung überwiegt, d. h. wenn die auflösenden Prozesse das Übergewicht über die verdichtenden gewinnen, oder endlich wenn das Gleichgewicht dieser zwei parallel verlaufenden Prozesse zugunsten des auflösenden Prozesses gestört wird.

Auf diese Weise kann man sich die Erscheinungen der Entstehung und des Verschwindens der Vakuolenmembran erklären und, um auf das eigentliche Thema dieser Arbeit zurückzukommen, das temporäre Auftreten der Ernährungsvakuole bei *Chilodon hexastichus* verständlich machen. Die Ernährungsvakuole bildet sich nur im Augenblicke der Nahrungsaufnahme und persistiert im Infusorium nur so lange, als die Bedingungen seiner Entstehung vorhanden sind. Verschwinden diese, so verschwindet sie auch; deshalb begegnen wir bei der Untersuchung Individuen mit oder ohne Vakuole.

Der Kernapparat.

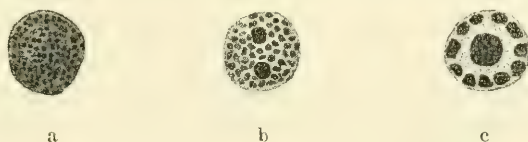
In der Beschreibung der einzelnen Organe des *Chilodon hexastichus* kommen wir in weiterer Folge zum Kernapparat dieses Infusoriums. Der Micronucleus hat meistens eine homogene Struktur. die jedoch bisweilen eine gewisse Differenzierung aufweist. und zwar in dem Sinne, daß das Chromatin in Form eines einheitlichen Ringes an der Oberfläche der Micronucleus zu liegen kommt und sich stark färbt, während das Innere ungefärbt bleibt. Außer diesem Ringe kann man in der farblosen Mitte noch die Anwesenheit von einem, zwei oder drei chromatophilen Körnchen konstatieren. Der Micronucleus liegt gewöhnlich in einer Einsenkung des Macronucleus. der Micronucleus ist oft gar nicht zu sehen.

Der Bau des Macronucleus von *Chilodon hexastichus* ist sehr veränderlich und verschieden. Wenn man auf einer ganzen Reihe von Präparaten die Bauverhältnisse des Macronucleus von *Chilodon hexastichus* untersucht. findet man so mannigfaltige Bilder. daß man. wenn es sich um Genauigkeit handelte, fast jedes gesehene Bild beschreiben müßte; ich will mich daher nur auf die wichtigsten Formen derselben beschränken. Der typische Kern. oder richtiger gesagt. das am häufigsten vorkommende Bild der Bauverhältnisse des Macronucleus. das für die ganze Gruppe der Chlamydodonten gemeinsam zu sein scheint, sieht folgendermaßen aus. Der Macronucleus hat eine kugelförmige Gestalt und ist von einer Kernmembran deutlich umgeben. Das Chromatin liegt an der Oberfläche des Kernes, dicht unter der Membran in Form von groben Körnern oder Brocken. Weiter nach innen finden wir ein helles, nicht tingierbares Feld. dessen Zentrum ein großes chromatinreiches. rundliches oder unregelmäßig gebautes Gebilde einnimmt. Das letztere wird von verschiedenen Autoren verschieden genannt. Rhumbler nennt es Binnenkörper. wir finden aber in der Literatur dafür auch Namen wie Nebenkörper, Nucleolus oder sogar Karyosom. Da wir aber mit dem letzteren Namen ein gewisses Gebilde im Kern der Sporozoen zu bezeichnen pflegen. welchem man auf Grund der Sporozoenforschungen aus letzter Zeit eine ganz bestimmte Bedeutung bei den Lebensprozessen dieser Formen zuschreibt. erscheint es angezeigt. diesen ganz spezifizierten Namen „Karyosom“ zu vermeiden und sich für den von Rhumbler eingeführten. gar nichts voraussetzenden Namen „Binnenkörper“ zu entscheiden. Aber auch

aus anderen Gründen erscheint es geraten zu sein, eine Verwechslung dieses Gebildes, nämlich des Karyosoms der Sporozoen mit dem „Binnenkörper“ der Chilodontinen zu vermeiden, erstens weil der Binnenkörper des *Chilodon hexastichus* aus einer kompakten Chromatinmasse aufgebaut ist, in welcher man die für das Karyosom der Sporozoen beschriebenen zwei Schichten, nämlich eine kortikale, chromatinreiche und eine plastische Rindenschicht nicht unterscheiden kann, und zweitens da das Karyosom der Sporozoen dem ganzen Macronucleus der Infusorien entsprechen soll. Moroff sagt in seiner Arbeit: „Über die bei den Cephalopoden vorkommenden Aggregatarten“ auf S. 169. folgendes: „Funktionell entsprechen sie (die Karyosome) dem Macronucleus der Ciliateninfusorien, welch letzterer wohl als ein in viele kleine Körnchen zerfallener Nucleolus angesehen werden kann“.

Wir wollen also für derartige Gebilde, wie wir sie bei *Chilodon hexastichus* beschrieben haben, den Namen Binnenkörper beibehalten.

Alle Veränderungen in der Struktur des Macronucleus sind von zwei Momenten abhängig, und zwar von der Art und Lage der



Figur 2.

Chromatinkörner und von der Anwesenheit des Binnenkörpers. Die nebenstehenden Figuren, auf welchen die Macronuclei dargestellt sind, geben uns die Vorstellung von den Veränderungen der chromatophilen Substanz im Macronucleus des *Chilodon hexastichus*. Wir haben vor uns dicht mit Chromatinkörnern gefüllte, kompakte Kerne (a), in welchen noch keine Differenzierung in oberflächliche Chromatinkörner und einen zentralen Binnenkörper stattgefunden hat, ferner sehen wir solche, in welchen das Chromatin in Form von groben Körnern über den ganzen Macronucleus zerstreut ist und welche außer diesen Chromatinkörnern noch zwei größere chromatische Kügelchen als Anlagen des Binnenkörpers besitzen (b). Der Binnenkörper soll nämlich nach Rhumbler aus der Vereinigung kleinerer Chromatinpartikeln in ganz mechanischer Weise entstehen.

Endlich sehen wir einen Kern mit Binnenkörper und Chromatosphäriten (c).

Wir wollen uns aber nicht länger bei dem Bau des Macronucleus aufhalten und betonen nur, daß der Bau des Macronucleus durchaus nicht in allen Lebensstadien des *Chilodon hexastichus* unverändert bleibt, sondern verschiedene Gestalten annimmt.

Es wäre noch das Verhältnis des Chromatins zu der achromatischen Substanz im Macronucleus zu besprechen. Über dieses Verhältnis bei anderen Repräsentanten dieser Gruppe sagt Bütschli auf S. 1509 seines Werkes folgendes: „In einigen neueren Untersuchungen, so in denen Gruber's über den sog. *Chilodon curvidentis* (*Ch. dentatus* Frommer), sowie denen Stein's und Schneider's über *Anoplophrya branchiarum* St. und *Nyctitherus cordiformis* wird eine Zusammensetzung der Nucleosubstanz aus dicht zusammengedrängten, kleinen und stark färbbaren Kügelchen, den sog. Chromatosphäriten Schneider's beschrieben. Schneider behauptet bestimmt, daß die Kügelchen voneinander ganz isoliert seien. Ich glaube sicher annehmen zu dürfen, daß die Struktur dieser Kerne keineswegs von der der übrigen so abweicht, wie angegeben wird. Es bedarf jedoch noch weiterer Untersuchungen, um zu entscheiden, ob ihr besonderes Aussehen auf Einlagerung distinkter Elemente in das Wabengerüst oder nur auf einer eigentümlichen Ausbildung desselben beruht". Bütschli behauptet also, daß in jedem Falle die Alveolen der achromatischen Substanz, die an sich mit ihren Wänden zusammenstoßen, ein wabiges Gerüst für Chromatinkörner oder Chromatinbrocken bildet. Aus meinen Untersuchungen geht aber hervor, daß die achromatische Substanz gar keine Waben oder Netze bildet, sondern im Macronucleus gleichmäßig verteilt ist und daß darin die Chromatinpartikeln eingebettet liegen. Ich konnte die Wabenstruktur der Lininsubstanz nie konstatieren, auch in den Fällen nicht, wo der Macronucleus einen mehr lockeren Bau besaß und wo zwischen den an der Oberfläche des Kernes liegenden Chromatinkörnern und dem Binnenkörper eine helle chromatinfreie Zone bestand. In anderen Fällen sind die Chromatinkörner so dicht aufgelagert, daß sie das Liningerüst des Kernes total verschleiern und deswegen ist es ganz verständlich, daß Schneider die Chromatosphäriten als isoliert im Kerne liegende Körner beschreibt. Man kann wenigstens auf gut erhaltenen Macronucleen, wo die Chromatinsubstanz durch die technische Behandlung der Objekte

gar nicht angegriffen war, ein Liningerüst kaum zu sehen bekommen. An beschädigten Präparaten dagegen, wo die oberflächlich liegenden Chromatingranula oder, wie Schneider sie nennt, Chromatosphäriten, zufällig beseitigt worden sind, erhalten wir ein Bild, auf welchem die achromatischen Fäden radiär von der Oberfläche des Kernes zum Binnenkörper verlaufen. Man kann aber auf Grund solcher Bilder keine Vermutungen über die eigentliche Struktur der achromatischen Substanz im Macronucleus aufstellen.

So viel über die Morphologie von *Chilodon hexastichus*. Ich muß am Ende dieses Abschnittes noch einmal wiederholen, daß ich meistens mit lebendem Material gearbeitet habe und daß ich mich bemühte, die Bauverhältnisse nach Möglichkeit an intakten frischen Tieren zu studieren.

Die Konjugationserscheinungen und Zellteilung.

Es sollen in diesem Abschnitte die Erscheinungen behandelt werden, die mit der Fortpflanzung dieses Infusoriums im Zusammenhange stehen. Wir werden uns aber mit diesen Erscheinungen nicht in bezug auf die Veränderungen, welchen der Kernapparat unterliegt, befassen, sondern sie von der allgemein biologischen Seite behandeln.

Da ich eine große Anzahl von Exemplaren untersuchte, so hatte ich auch sehr oft Gelegenheit, sowohl die sich teilenden, wie die konjugierenden Infusorien zu beobachten. Die Erscheinung der Konjugation ist äußerst selten, besonders wenn wir das Material zur Untersuchung der Kiemenhöhle der Fische direkt entnehmen. In solchen Proben sind daher die sich teilenden Infusorien keine Seltenheit. Und dieses Verhalten der Infusorien wird auch sehr leicht erklärlich, wenn wir alles das, was die Untersuchungen über die Ursachen der Konjugation ans Licht gebracht hatten, in Betracht ziehen. Allgemein gesagt, tritt die Konjugation der Infusorien nur dann ein, wenn der erschöpfte Organismus seine durch die fortdauernde Teilung und die vegetativen Prozesse abgeschwächte Lebensfähigkeit wiedergewinnen soll, was durch die Erneuerung sowohl des in generativen Prozessen seine Rolle spielenden Idiochromatins, wie des vegetativen Trophochromatins erreicht wird. Den Beweis dafür liefert einerseits der aktive Anteil, welchen der Micronucleus an der Konjugation nimmt, andererseits die Veränderungen, welche

während dieses Prozesses den Macronucleus betreffen. Der Konjugationsprozeß spielt ähnlich wie der Befruchtungsvorgang eine doppelte Rolle, indem er in inniger Beziehung zu den Fortpflanzungserscheinungen steht, die zur Erhaltung der Art dienen, indem er aber gleichfalls seine Bedeutung für die Erhaltung des Individuums hat, da er dessen verlorene oder mindestens abgeschwächte Lebensfähigkeit wiederherstellt. Es beweisen dies einerseits die Beobachtungen, welche uns belehren, daß die Teilungsfähigkeit der Infusorien durchaus nicht unerschöpflich ist und daß sie nach einer gewissen Zeit durch Konjugation abgelöst werden muß, andererseits sehen wir, daß entsprechende Veränderung der Nahrung, wie es Calkins gemacht hat, die erschöpfte Teilungskraft der Infusorien wiederherstellt und sie zur weiteren Teilung in ganz analoger Weise wie der Konjugationsprozeß befähigt. Wir wissen aber auch, daß man eine ganz junge, also noch nicht erschöpfte Kultur von Infusorien künstlich zur Konjugation, und zwar durch Temperaturerhöhung, durch Hunger etc. anregen kann.

Im Leben des *Chilodon hexastichus* müssen wir zwei Perioden unterscheiden, die eine des üppigen vegetativen Lebens in den Kiemen der Fische und die zweite Periode eines lethargischen Lebens im Zustande der Encystierung. Die besonders günstigen Lebensbedingungen, in welchen die Infusorien in der Kiemenhöhle leben, sind der ungeschlechtlichen Fortpflanzung günstig und machen daher die Konjugation wenigstens auf einige Zeit überflüssig, umsomehr da diese Periode des vegetativen Lebens bei einem Organismus, der auf einen anderen angewiesen ist, gar nicht lang sein kann. Während dieser Periode begegnen wir auch sehr oft sich teilenden Individuen, während konjugierende, besonders im Anfange der Infektion, vollständig fehlen. Geht aber der Wirtsorganismus zugrunde, so verlassen die Infusorien nach einiger Zeit nach dem Tode der Fische die Kiemenhöhle und schwimmen frei im Wasser, um einen neuen Wirt aufzusuchen. Finden sie einen solchen nicht, so endet auch die vegetative Periode, und die Infusorien treten in die zweite, in die der Encystierung ein. Bevor aber der Encystierungsprozeß beginnt, konjugieren sie und dies ist der Zeitpunkt, in welchem man die meisten konjugierenden Paare für die Untersuchung gewinnen kann. Im encystierten Zustande müssen also die Infusorien so lange leben, bis die Cysten mit dem Wasserstrome in die Kiemenhöhle eines neuen Wirtes gelangen. Von diesem Augen-

blicke an setzt wieder die Periode des vegetativen Lebens mit ungeschlechtlicher Vermehrung ein.

Zum Schluß sei mir über die Konjugation noch eine Bemerkung gestattet, nämlich daß ich bei Beobachtung der konjugierenden Infusorien immer den Eindruck empfing, als ob die Konjuganten von ungleicher Größe wären. Es würde das auf die Verschiedenheit der an der Konjugation teilnehmenden Individuen hinweisen, die aber noch nicht als Geschlechtsunterschied aufgefaßt zu werden braucht.

Waren die konjugierenden Individuen in der Kiemenhöhle selten zu treffen, so konnte man dort sich teilende Infusorien um so häufiger finden. Besonders interessant ist die Beobachtung des Verlaufes des ganzen Teilungsprozesses an lebenden Individuen, denn sie gibt uns gute Gelegenheit, in das Wesen des Mechanismus der Teilung einzudringen. Der Fall, den ich hier beschreiben will, erscheint um so interessanter und wichtiger, da ich beim Durchsuchen der reichhaltigen Literatur über die Theorien der Zellteilung nirgends etwas ähnliches erwähnt finden konnte. In der schon oftmals zitierten Arbeit Rhumbler finde ich zwar die Beschreibung eines ähnlichen Falles, doch seine Angaben beziehen sich nicht auf den Teilungsvorgang, sondern auf den Modus des Ausschlüpfens aus der Cyste des Infusoriums *Colpidium colpoda*. Wir werden ihn auch später erwähnen, vorerst wollen wir aber alle die Erscheinungen des Teilungsprozesses der Reihe nach beschreiben, wie wir sie unter dem Mikroskope verfolgen konnten.

Das Infusorium, welches in die Teilungsperiode eintritt, verliert vor allem seine Beweglichkeit, schwimmt immer langsamer und endlich bleibt es an einer Stelle stehen. Diese Bewegungslosigkeit und Schwerfälligkeit des Infusoriums kann man teilweise dadurch erklären, daß die am hinteren Teile seines Körpers sich befindenden Cilien immer langsamer schlagen und endlich ihre Bewegungsfähigkeit verlieren. Die am vorderen Ende gelegenen Cilien bleiben jedoch beständig in Bewegung, und das ist auch für den ganzen Teilungsprozeß sehr wichtig, da sie, wie wir später sehen werden, eine nicht geringe Rolle dabei spielen. Wenn wir ein in diesem Stadium der Teilung befindliches Infusorium betrachten, können wir uns des Eindruckes nicht erwehren, als wenn dieser hintere Teil einen unnützen und schweren Balast für den vorderen bildete. Der vordere Teil macht nämlich während der ganzen Teilungszeit fortwährend kurze gewaltige, stoßartige Bewegungen, als wollte er sich

von dem hinteren trennen und befreien. Der hintere dagegen bleibt unbeweglich wie eine träge Masse mit dem vorderen beweglichen Teile verbunden, wie ein fremder Körper, der dem vorderen Teile anhaftet und dessen Beweglichkeit hemmt. Der ganze Teilungsvorgang macht in der Tat den Eindruck eines aktiven Prozesses, der durch die Bewegungen des vorderen Teiles, aber auch durch Kontraktionen des Plasmas selbst oder der Myoneme realisiert wird.

Den Bewegungen entsprechend, beginnt sich der Körper des Infusoriums auf der Grenze des beweglichen und des unbeweglichen Teiles abzuschnüren, und zwar durch sprunghafte Einsenkung der Pellicula gegen die Mitte des Infusoriumskörpers, so daß endlich nur ein sehr schmaler Plasmastrang bestehen bleibt, der beide Tochterindividuen verbindet.

Die Durchreißung dieses Plasmastranges kommt dadurch zustande, daß der vordere Teil mit einer schnellen Bewegung von der Stelle hinwegrückt und den Strang in einen langen zähen Faden auszieht, welcher dann an irgend einer Stelle durchreißt. Die abgerissenen freihängenden Enden ziehen sich dann schnell, sowohl in den vorderen wegschwimmenden, wie den zurückbleibenden hinteren Teil ein und werden in der Weise dem Körper beider Tochterindividuen einverleibt. Dieses Durchreißen und Einziehen des Fadens geschieht sehr schnell, und darin liegt auch der Unterschied zwischen dem Schlußeffekt des von mir beschriebenen Falles und der Rhumbler'schen Beobachtung, von der noch weiter die Rede sein wird.

Nach der Lostrennung ergänzen die beiden Tochterorganismen den fehlenden Teil der Pellicula und beginnen ein selbständiges Leben zu führen. Während aber das aus dem vorderen Teile entstandene Tochterindividuum aus dem Teilungsprozeß gleich als vollkommen in seiner Organisation hervorgeht, da es den Cytopharynx und Reuseapparat von dem Mutterorganismus vererbt, muß das aus dem hinteren Teile hervorgegangene Individuum diese Organellen vom neuen ausbilden. Darum verbleibt es noch einige Zeit an der Teilungsstelle bewegungslos bis zur Neubildung der fehlenden Teile, während das vordere Tochterindividuum gleich nach Beendigung des Teilungsprozesses sich von der Stelle entfernt.

Der ganze Teilungsprozeß des Plasmaleibes dieses Infusoriums scheint also ganz aktiv zustandezukommen, der gar nicht von einem speziellen Apparate oder Mechanismus nach der Art und

Weise der ziehenden oder stemmenden achromatischen Fäden regiert wird. Das einzige, was dem Teilungsprozeß zu Hilfe kommt und ihn mechanisch unterstützt, das sind die Bewegungen des sich teilenden Individuums, die durch Kontraktion der Myoneme und durch Schlagen der Cilien hervorgerufen werden.

Der Teilungsprozeß des *Chilodon hexastichus* ist ein aktiver Vorgang, der unter dem Einflusse gewisser Impulse steht, die ihrerseits wieder in den inneren Zuständen des Infusoriums ihren Anfang nehmen und nach außen in Form von motorischer Reaktion sich äußern. Das Ziel der motorischen Reaktion ist aber die Halbierung des Körpers, oder anders gesagt die Lostrennung und Befreiung der zwei miteinander gekuppelten Individuen. Denn schon in den ersten Augenblicken der Teilung verhalten sich die beiden Teile einander gegenüber wie zwei verschiedene Individuen, die zufälligerweise aneinander gekuppelt sind und die voneinander loskommen wollen. Im Augenblicke, in welchem der Kernapparat schon geteilt ist, was immer beim *Chilodon hexastichus* der Plasmateilung vorangeht, erscheint auch das mütterliche Individuum in zwei Individuen differenziert, in zwei abgesondert individualisierte und empfindende, aber noch verbundene Totalitäten zu sein, welche aufeinander durch Kontakt wirken. Dieses Kontaktgefühl, diese, man kann sagen, mechanische Reizung, welche die zwei schon differenzierten, aber noch in Berührung stehenden Plasmapartien aufeinander ausüben, kann als die Quelle der beschriebenen motorischen Reaktionen, welche wir während des Teilungsvorganges beobachten können, aufgefaßt werden. Dieses Kontaktgefühl, diese gegenseitige Einwirkung ruft eine ganze Reihe von Bewegungen hervor, welche zur Vernichtung dieses durch innere Teilung, durch Differentiation im Plasmagebiete gebildeten Zusammenhanges, d. h. zur Teilung des Infusoriums und zur Lostrennung der durch die Teilung entstandenen Tochterindividuen, führen.

Daß bei der Teilung der vordere Organismus eine aktive Rolle spielt, während der hintere sich passiv verhält, darf uns nicht wundern, wenn wir beachten, daß der motorische Apparat des vorderen Teiles während der Teilung nicht nur intakt bleibt, sondern sogar fortwährend in Bewegung begriffen ist, der des hinteren dagegen seine Beweglichkeit einbüßt. Wenn ich aber von der Bewegungslosigkeit des hinteren Teiles spreche, so will ich damit auch die Bewegungen der Myoneme oder allgemeiner gesagt, die Kontraktio-

nen des Plasmas noch nicht bestreiten. Diese sind aber im Verhältnis zu der lebhaften Beweglichkeit des vorderen Teiles weit weniger auffallend.

Es drängt sich aber jetzt die Frage auf, auf welche Weise diese Durchschnürung oder Lostrennung der beiden Tochterorganismen zustande kommt? Es ist ja doch klar, daß bei bloßer Berücksichtigung der Bewegungen, die wir als Reflexe der Kontaktwirkung beider neu gebildeten Plasmagebiete betrachtet haben, die Behandlung des ganzen Teilungsvorganges nur einseitig ist. Man muß noch auch die andere Seite in Betracht ziehen, d. h. den Zelldurchschnürungsprozeß. Bevor wir aber die Frage beantworten, müssen wir uns alles das vergegenwärtigen, was wir über die Pellicula der Infusorien bei Gelegenheit der Besprechung des Wesens und der Entstehungsart der Vakuolenhaut gesagt haben.

Auf Grund eigener und fremder Beobachtungen, die sich auf das Verhalten und Entstehen der Pellicula beziehen, sind wir zu der Überzeugung gekommen, daß die Pellicula und Vakuolenhaut homologe Gebilde sind, die aus demselben Material und unter denselben Bedingungen gebildet werden. Wir müssen aber noch weiter berücksichtigen, daß die Pellicula im Gegensatz zur Vakuolenhaut eine Hülle ist, die wie Pfeffer (a. a. O.) sagt, „zu einer festeren und schärfer begrenzten Haut geworden“, deren Starrheit also etwas zugenommen hat, die aber „wenigstens normalerweise sich nicht mehr in Cytoplasma zurückverwandeln kann“.

Wenn wir dies alles in Betracht ziehen und denselben Standpunkt wie vorher einnehmen, daß der Durchschnürungsprozeß als ein aktiver, durch die Bewegungen des sich teilenden Infusoriums hervorgerufener Vorgang aufgefaßt werden soll, dann stellt sich der Durchschnürungsprozeß, diese sprungweise verlaufende Einsenkung der Pellicula zwischen die entstehenden Individuen, etwas schematisch aufgefaßt, folgenderweise dar.

Wir denken uns ein Infusorium von ovaler Gestalt, das eben in die Teilungsperiode eintritt, und nehmen an, daß jeder Bewegung eine entsprechend tiefe Einsenkung der Pellicula in den sich teilenden Organismus folgt. Die spätere Durchschnürungsebene ist gleichzeitig die ideale Grenzebene zwischen den zwei schon in bezug auf den Kernapparat und Plasmaleib differenzierten Tochterorganismen, die erst in den ersten Augenblicken des Durchschnü-

rungsprozesses durch die an der Peripherie des Mutterorganismus entstehende Furche sich kennzeichnet.

Die Ebene, die im beistehenden Schema die Punkte *a* und *b* miteinander vereinigt, stellt uns eben die spätere Teilungsebene dar. In dem Augenblicke, wenn in dem Protoplasma des mütterlichen Organismus alles zur Teilung vorbereitet ist, also in dem Augenblicke, wenn die beiden protoplasmatischen Tochterteile aufeinander zu wirken beginnen, werden beide Tochterplasmen kontraktorisch erregt,

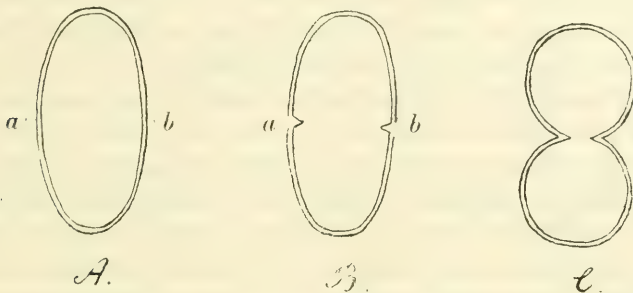


Fig. 3.

sie bestreben sich voneinander zu befreien, und daher erfolgt eine Zerreißung der Pellicula in den Punkten *a* und *b*, beziehungsweise am ganzen Umfange der Teilungsebene. Dieser Zerreißung der Pellicula und der gleichzeitigen das Auseinanderweichen beider Teile bezweckenden Bewegung entsprechend, senkt sich die entblößte Protoplasmazone nach innen ein, wie man das auf dem Schema *B* sehen kann. Dadurch aber kommt das Endoplasma in Berührung mit Wasser und infolgedessen muß sich im Sinne dessen, was wir früher über die Entstehung der organischen Membranen gesagt haben, das Entoplasma mit gleichzeitiger Auspressung der Mikrosomen und anderer Einschlüsse zu der homogenen, s. g. ektoplasmatischen Oberflächenschichte verdichten, die die fehlende Pellicula in dieser Zone ergänzt. Dieser Zerreißungsprozeß mit nachfolgender Neubildung der Pellicula wiederholt sich weiter mit jeder neuen Bewegung des sich teilenden Organismus und da er aus leicht verständlichen Gründen immer in der Äquatorialebene verlaufen wird, so muß auch die neu gebildete Pellicula immer tiefer zwischen die zwei Tochterindividuen eindringen und sie voneinander abschnüren.

Um die möglichen Mißverständnisse, welche aus dieser ganz

schematisch gehaltenen Darstellung der Neubildung der Pellicula auf den sich einsenkenden Partien des sich teilenden Protoplasmaleibes hervorgehen könnten, zu vermeiden, muß ich ausdrücklich betonen, daß ich diesen Modus der Pelliculaeinsenkung und deren Entwicklung deswegen angenommen habe, da er sich zur schematischen Darstellung am besten eignet, obwohl er auch anders gedacht werden kann. Wenn ich von einem Zerreißungsstadium der Pellicula spreche, so ist dies eine Annahme, die ich aber an Präparaten nicht zu beweisen brauche; denn, wenn wirklich des Zuwachs der Pellicula in der von mir angenommenen Weise verläuft, ist er selbstverständlich gar nicht mit dem Auge erfaßbar.

Jedoch schon direkte Beobachtung kann lehren, daß die Pellicula während des Teilungsaktes sich vergrößert, daß sie also in irgend welcher Weise wächst, sei es durch Anlagerung neuer Membranstücke an der Zerreißungsstelle, sei es durch eine Art Intussuszeption. Aus diesem Grunde sind auch zwei Momente für uns wichtig, und zwar erstens, daß die kürzere Breitenachse der beiden sich teilenden Individuen während der ganzen Teilungszeit unverändert bleibt, und zweitens, daß die Lostrennung der beiden Tochterindividuen sich nicht durch ein einfaches, sondern durch ein doppeltes Septum vollzieht, von denen das eine die hintere Wand des vorderen Individuums, das zweite die vordere Begrenzung des hinteren bildet (Schema *C*). Aus diesen beiden Beobachtungen, d. i. aus dem Verhalten der kürzeren horizontalen Achse und dem Auftreten des doppelten Septums geht die wichtige Tatsache hervor, daß der Umfang der Pellicula stets bei der Teilung zunehmen muß. Wenn wir mit U den primären Umfang der Pellicula des Mutterindividuums, mit $u + u'$ die beiden Umfänge der Tochterindividuen bezeichnen, so ist U keineswegs gleich der Summe der beiden kleineren Umfänge $u + u'$, sondern es ist kleiner als diese Summe $(U < u + u')$. Daraus ergibt sich also, daß die Pellicula während des Teilungsprozesses sich vergrößert haben muß. Bliebe nämlich die Oberfläche der Pellicula vor und nach der Teilung gleich groß und würde sich die Mutterpellicula zu gleichen Teilen auf die Tochterorganismen verteilen, so müßten die sich teilenden Individuen der Progression des Teilungsprozesses entsprechend stets kleiner werden, um sich mit der vom Mutterorganismus ererbten Pellicula zu umhüllen. Die Beobachtung beweist aber, daß die durch die erste Einsenkung der beginnenden Furche bestimmten Dimensionen der bei-

den Tochterindividuen sich im weiteren Verlaufe des Durchschnürungsprozesses gar nicht verändern, sondern, daß die ursprünglichen Dimensionen von Anfang an gleich bleiben.

Die Notwendigkeit einer Annahme des Zuwachses der Pellicula während des Teilungsprozesses ergibt sich aber von selbst aus dem Prinzip der Inkompressibilität der Flüssigkeiten, welches seinen Ausdruck darin findet, daß die Oberfläche einer Kugel, welche in zwei kleinere Kugeln geteilt wird, stets kleiner ist, als die Oberflächensumme der aus der ersteren entstandenen kleineren Kugeln.

Daß der Durchschnürungsprozeß des Infusoriums *Chilodon hexastichus* sich wirklich unter Mitwirkung der Bewegungen des sich teilenden Individuums vollzieht, ist im Anfange dieses Vorganges aus leicht begreiflichen Gründen schwer zu konstatieren. Die Beobachtung belehrt uns nur soviel, daß die motorischen Reaktionen und der Durchschnürungsprozeß einander parallel verlaufen, sie geben uns aber gar nicht die Möglichkeit, eine kausale Verknüpfung dieser zwei parallelen Erscheinungsreihen zu erfassen. Dieser kausale Zusammenhang, diese innige Abhängigkeit, äußert sich erst am Ende des Furchungsprozesses, wenn sich die letzte und totale Lostrennung der beiden Tochterindividuen vollziehen soll.

Der letzte Akt des Durchschnürungsprozesses wird, wie gesagt, dadurch hervorgerufen, daß der die beiden Tochterindividuen verbindende Plasmastrang durch eine energische Bewegung des vorderen Individuums in einen langen dünnen Faden ausgezogegen wird, der endlich zerreißt. Hier unterliegt die tätige Rolle des Infusoriums bei Lostrennung der Individuen keinem Zweifel mehr; sind die Bewegungen aber am Ende wirksam und behilflich, so können sie auch im Anfange und den mittleren Stadien des Durchschnürungsprozesses mitwirken.

Ich benütze den Ausdruck „mitwirken", da es mir fern liegt, die Bewegungen als die einzige und ausschließliche Ursache des Durchschnürungsprozesses anzunehmen, vielmehr betrachte ich, was ich nochmals betonen will, als die eigentliche Ursache die inneren Zustände des Protoplasmaleibes des sich teilenden Individuums, diese innere Differenzierung des Mutterorganismus in zwei Tochterindividuen, diese Verschiedenheit der noch verbundenen aber schon individualisierten und deswegen selbstempfindenden Plasmapartien.

Eine Bestätigung meiner Beobachtung und der daran geknüpften theoretischen Erörterungen finde ich in einem analogen von

Rhumbler in seiner Arbeit (a. a. O.) beschriebenen Fall. Dieser Forscher beobachtete das Ausschlüpfen des Infusoriums *Colpidium colpoda* aus der Cyste. Aus der zum frühzeitigen Aufplatzen gebrachten Cyste quoll ein Tropfen undifferenzierten Protoplasmas hervor, welcher das übrige Protoplasma aus der Cyste „mehr und mehr herauszog, so daß schließlich nur noch ein kleiner Rest des Weichkörpers in der Cyste eingeschlossen war".

Dieser Rest war mit dem ausgeschlüpften Teil vermittels eines plasmatischen Stranges verbunden. Der Strang „wurde durch die Arbeit der Cilien zu einem langen Faden dadurch ausgezogen, daß das Tier sich von der Cyste abzureißen suchte. In wildem Taumel schnurrte es, wie an einem Seil festgebunden, um die Cyste herum, dabei den Strang in Kreisschlingen legend, bis schließlich der Strang durchriß. Bei dem schließlich befreiten Tier war der Faden zu einem langen Dorn erstarrt, den das Tier noch zehn Minuten lang mit sich herumtrug, bis er beim Durchzwängen durch einen Bakterienhaufen abgestoßen wurde. Auch der in der Cyste verbliebene Rest behielt ein Ende des Stranges, das sich zu einem dickeren Faden zusammenzog und noch nach Stunden aus der Cyste hervorsah".

Wir sehen also, daß die letzten Effekte dieser beiden Beobachtungen einander sehr nahe stehen. Es besteht zwischen ihnen nur der Unterschied, daß der Plasmafaden, der in dem letzten Teilungsaugenblicke die beiden Tochterorganismen vereinigt hatte, sich bei dem Teilungsvorgang von *Chilodon hexastichus* sogleich nach dem Durchreißen in die beiden Tochterplasmen zurückgezogen hat, dagegen beim *Colpidium* erstarrte und einige Zeit in Form eines Dornes, der vom Tier und seinem Reste noch weiter getragen war, bestehen blieb. Dieses verschiedene Verhalten können wir auf Grund der Beobachtung nur insoweit erklären, daß der erste Vorgang eine sehr kurze Zeit dauerte, der zweite dagegen eben so lange, daß sich schon eine neue und starre Pellicula an der Oberfläche des Fadens gebildet, oder sogar der ganze Faden in pelliculaartige Substanz umgebildet hatte. Rhumbler scheint auch derselben Meinung zu sein, indem er sagt: „...er (d. h. der Dorn) verhielt sich also in dieser Beziehung ganz wie die formbeständige Pellicula" und weiter, in dem letzten Abschnitte dieses Kapitels: „Die Einwirkung des äußeren Mediums, des Wassers, scheint, kurz gesagt, auch hier die Verfestigung der äußeren mit dem Wasser in Berührung ste-

henden Plasmaschicht auf dem Dorn bewirkt zu haben, so daß die Pellicula selbst als eine unter mittelbarer oder unmittelbarer Beihilfe des Wassers zustande gekommene Protoplasmaverdichtung aufgefaßt zu werden verdient".

Warum aber das eine Mal der Vorgang so kurz, das andere Mal aber so lange gedauert hat, daß überhaupt die Pelliculabildung zustande kommen konnte, das sind Fragen, die nicht näher erörtert zu werden brauchen. Es sind verschiedene Ursachen möglich, die entweder in den inneren Zuständen des Infusoriums, in der physikalischen Beschaffenheit beider Plasmaarten, in der Stärke der Bewegungen beider Organismen u. dergl., zu suchen sind. Ich will noch hinzufügen, daß das Verhalten des Dornes im Rhumbler'schen Falle einen neuen Beweis für die von Pfeffer angenommene Umbildungsunfähigkeit der Pellicula im Cytoplasma liefert. Dieser starre, wenig elastische Dorn bildet also ein ganz zufälligerweise „neu erworbenes Merkmal" und muß von dem Tiere herumgeschleppt werden, bis er endlich an irgend einem mechanischen Hindernis abgebrochen wird.

Indem ich im obigen eine Erklärung des Teilungsmodus beim *Chilodon hex.* auf Grund der Beobachtung und der theoretischen Erwägungen zu geben versuche, habe ich durchaus nicht die Absicht und wenigstens nicht in dieser Arbeit, diese Erklärung zu generalisieren, weder in bezug auf die Zellteilung nach Ablauf der amitotischen oder mitotischen Kernteilung, noch in bezug auf andere Infusorien. Ich will dies aus folgenden zwei Gründen nicht tun, erstens da mir persönlich die dazu nötigen Beobachtungen in dieser Beziehung fehlen, und zweitens da ich über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde. Ich möchte nur noch hinzufügen, daß die Theorien der Zellteilung, die den Mechanismus der Zellteilung in speziellen achromatischen Einrichtungen sehen wollen, uns ebensowenig alle möglichen Arten der Zellteilung erklären können. Man müßte doch, um nur einiges zu erwähnen, von dieser Interpretation alle die Fälle ausschließen, wo die Zellteilung ohne radiäre Strukturen zustande kommt, und solche, wo trotz der mitotischen Kernteilung, trotz der exquisiten Ausbildung der Spindeln, Astrospheren, Polstrahlen u. dergl. die Plasmateilung ausbleibt. Und wenn wir beim letzten Beispiel bleiben, dann fragen wir, was die achromatische Figur bei der Plasmateilung einmal aktiviert, oder besser gesagt, brauchbar und tätig und ein andermal untätig macht? Kann

sich aber das Protoplasma in Riesenzellen, Syncytien, bei allen amitotischen Zellteilungen und bei Teilung vieler Protozoen ohne Hilfe der achromatischen Figur, ohne alle die organischen ziehenden oder stemmenden Radien selbständig teilen, so kann es auch seine Selbständigkeit bei Anwesenheit der achromatischen Figur behalten. Die Zellteilung und Kernteilung mit allen karyokinetischen Bildern können doch zwei verschiedene Prozesse, die nebeneinander, oder richtiger gesagt, nacheinander gewöhnlich verlaufen, die aber gar nicht im notwendigen kausalen Zusammenhange miteinander zu stehen brauchen. Ätherisiert man Echinodermeneier, wie es Wilson getan hat, so teilen sich die Kerne, das Plasma bleibt aber ungeteilt; Lillie beschreibt eine interessante Beobachtung der Entwicklung eines Chaetopteruseies bis zum Trochophorastadium, bei der den Kernteilungen die Plasmateilung gar nicht nachfolgte, und endlich vor kurzer Zeit beobachtete Kostanecki in parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern von *Mactra* die mitotische Kernteilung ohne Zellteilung.

Wir sehen daraus, daß nicht jeder Kernteilung eine Zellteilung nachfolgen muß, d. h. daß die beiden Vorgänge trotz der gewöhnlichen Aufeinanderfolge noch gar nicht in einem streng kausalen Verhältnis zueinander stehen, und zwar so wenig, wie z. B. die Kürze des Tages und die niedrigere Jahrestemperatur in unserer Zone, die doch immer und beständig zusammenfallen, trotzdem aber einander nicht bedingen. Beide sind nur zeitlich zusammenfallende Erscheinungen, welche eine und dieselbe Ursache haben, aber voneinander unabhängig sind.

Braucht also Kernteilung an sich noch nicht die notwendige Ursache der Plasmateilung zu sein, so ist es noch weniger die achromatische Figur, die man künstlich in ganz indifferenten sc. biologisch kolloidalen Körpern durch entsprechende Mittel hervorrufen kann.

Nehmen wir aber ganz allgemein an, daß die Ursache der Plasmateilung in der Kernteilung zu suchen ist, so müssen wir wiederum fragen, wo die Ursache der Kernteilung liegt. Erst jetzt sind wir an die richtige Stelle gelangt, nämlich zu der Frage nach der gemeinsamen Ursache, die die Teilung des ganzen Zellkörpers bewirkt[1].

[1] Ob wir wirklich die Antwort auf diese Frage in der Hertwig'schen Kern-

Das Verhältnis des Chilodon hexastichus zu den von ihm befallenen Fischen.

In dem ersten Teile dieser Arbeit wurde unter den Krankheitssymptomen der Fische, die an Chilodonkrankheit leiden, erwähnt, daß die Fische ihre Beweglichkeit einbüßen, daß sich ihre Haut mit einem bläulichen Belag überzieht und daß sie endlich unter Erstickungserscheinungen mit weit geöffneten Kiemendeckeln zugrunde gehen. Es drängen sich nun drei verschiedene Fragen auf, nämlich: Ist der *Chilodon hexastichus* ein primärer Krankheitserreger der Fische, ferner auf welche Weise wird der Tod der Fische durch ihn verursacht und drittens, im Falle, wenn auf die erste Frage eine bejahende Antwort erfolgt, welche Art von Parasitismus zwischen diesen zwei Organismen besteht. Es leuchtet nämlich ein, daß das Infusorium irgend einen Nutzen von den Fischen zieht, d. h. es muß daraus geschlossen werden, daß das Infusorium in einem solchen Verhältnis irgend welche günstigere Lebensbedingungen für sich findet.

Wir wollen zunächst erwägen, welchen Vorteil das Infusorium aus dem Verhältnis mit den Fischen zieht. Es kann sich in diesem Falle wohl keineswegs um Ausnützung der besseren Bedingungen der Atmung handeln, da das Wasser innerhalb der Kiemenhöhle an Sauerstoffgehalt ärmer, oder zum mindesten dem umgebenden Wasser gleich ist. Es ist aber an Kohlensäuregehalt reicher; doch das könnte für die Infusorien eher schädlich als nützlich sein, da sie der Chloroplasten entbehren und gar nicht autotroph sind.

Die Erscheinung des sogenannten Raumparasitismus kann auch nicht in Betracht gezogen werden, da diese Infusorien selbständig sich bewegende Organismen sind, bei welchen der Bewegungsapparat vollkommen ausgebildet und tätig ist; anderseits ist es Tatsache, daß sie ohne die Fische nicht leben können, was auf eine innige Abhängigkeit von Fischen hinweist.

Es bleibt also nur die einzige Möglichkeit übrig, nämlich daß Chilodon hexastichus in seinen Ernährungsbedingungen auf die Fische angewiesen ist. Was die Art der Nahrung anbelangt, so kommen

plasmarelation finden können, mag jetzt dahingestellt sein, da ich gegen die Hertwig'sche Formulierung des genannten Prinzips einige Bedenken trage, mit welchen ich mich aber hier nicht beschäftigen will. Dies soll in der nächstfolgenden Arbeit geäußert werden.

hier zwei Möglichkeiten in Betracht. Entweder entnehmen die Infusorien ihre Nahrung auf irgend welche Weise dem Fischkörper, oder sie finden reichliche Nahrung in der Kiemenhöhle der Fische ohne ihren Wirten irgend welchen Schaden zuzufügen. Wir sehen, daß diese Frage mit der ersten der drei oben gestellten fast identisch ist, denn von ihrer Beantwortung ist die Entscheidung abhängig, ob der *Chilodon hexastichus* ein Parasit ist oder nicht.

Versuchen wir also der Frage näher zu treten. Das Infusorium kann entweder das Gewebe vernichten und sich von der Zellsubstanz ernähren, oder es kann ihm der von Drüsenzellen der Kiemenhöhle und Haut sezernierte Schleim als Nahrung dienen. Um die erste Möglichkeit zu entscheiden, habe ich ganze Kiemenstücke fixiert und auf Schnittserien untersucht, ob wirklich das Kiemengewebe von diesen Infusorien vernichtet war. Die Untersuchung ergab einen negativen Befund. Trotz der großen Menge der durchgesehenen Präparate, die während der stärksten Infektion der Fische angefertigt worden waren, habe ich nie irgend eine Läsion des Kiemengewebes beobachten können. Die Infusorien waren in großer Menge in den Zwischenblätterräumen angehäuft, waren aber weder in der Wand, noch innerhalb des Gewebes zu finden. An der Wand krochen nur Cyclochaeten herum, und in dem Kiemengewebe waren seltsame mir unbekannte, kugelige Gebilde von homogonem Aussehen, die aber wahrscheinlich mit unserem Infusorium gar nichts zu tun haben.

Bei dieser Untersuchung habe ich gleich dabei mein Augenmerk auf die zweite oben berührte Möglichkeit gerichtet, jedoch auch mit negativem Erfolg. Man könnte annehmen, daß die Infusorien durch die Reizung der Kiemendrüsen eine erhöhte Produktion des Schleimes verursachen und daß der erstarrte Schleim die Kiemenwände mit einer dichten Hülle bedeckt, wodurch die Diffusion der Gase unmöglich gemacht wird, so daß die Tiere ersticken müssen. In der Tat ruft die Anwesenheit der Chilodontinen aber auch der Cyclochaeten eine stärkere Sekretion des Schleimes hervor, und man kann von Ort zu Ort erstarrten Schleimmassen begegnen, niemals aber bedecken sich die Kiemenblätter mit einer kontinuierlichen Decke. Übrigens ist die Produktion des Schleimes immer die Folge einer Hautreizung und kann nicht als ein spezifisches Symptom dieser Krankheit angesehen werden.

Alles das, was ich bei längerer, aufmerksamer Betrachtung der

zahlreichen Präparate in lebendem und fixiertem Zustande gesehen hatte, leitet mich auf den Gedanken, daß das Verhältnis dieser Infusorien zu den Fischen einen anderen Grund haben muß.

Ich habe schon in dem ersten Teile dieser Arbeit hervorgehoben, daß in der Kiemenhöhle der kranken Fische neben den zwei oben genannten Infusorienarten, d. i. den Chilodontinen und Cyclochaeten, auch andere Organismen, wie grüne Algen und Bakterien vorkommen. Es wurde auch gesagt, daß unsere Infusorien immer dort am zahlreichsten angetroffen werden, wo sich auch Bakterien in größeren Massen ansammeln. Man kann auch in ganz neu gebildeten Vakuolen, in welchen noch die Art der Nahrung zu erkennen ist, die Bakterien mit einer feingranulierten, schleimigen Masse vermischt sehen. Daher betrachte ich auch die Bakterien als die eigentliche Nahrung dieser Infusorien. Diese Bakterien gehören der Gruppe der Bazillen an; etwas näheres kann ich aber nicht angeben, da ich keine bakteriologischen Untersuchungen unternommen habe. Deswegen kann ich auch nicht alle die Erscheinungen, die mit der bakteriellen Infektion dieser Fische im Zusammenhange stehen, näher begründen und aufklären und muß mich in dieser Beziehung nur auf Vermutungen beschränken, die erst in entsprechender Weise nachgeprüft werden müssen.

Ich gehe also von der Annahme aus, daß die Infusorien sich von Bakterien ernähren und daß sie eben darum nur solche Fische aufsuchen oder auf solchen Fischen zur Entwicklung gelangen, wo sie die notwendige Nahrung finden. Die Infusorien wären also keine direkten Krankheitserreger und es ist wirklich schwer, sich für die Annahme zu entscheiden, wenn man einerseits den schnellen Tod der Fische, anderseits die Intaktheit der äußeren sowie der inneren Organe in Betracht zieht. Die Fische sterben bei einer kolossalen Entwicklung dieser Infusorien, ohne indessen ein Zeichen der Vernichtung ihrer Gewebe aufzuweisen; meiner Meinung nach müßte nur dies die einzig mögliche durch Infusorien hervorgerufene Ursache des Todes der Fische sein.

Aus diesen Gründen kann ich dieses Infusorium nicht als den direkten Krankheitserreger der Fische betrachten und, um gleich auch auf die zweite der drei oben gestellten Fragen eine Antwort zu geben, muß ich den Tod der Fische als die Folge einer bakteriellen Krankheit auffassen. Die Infusorien ernähren sich von diesen und sind ausschließlich auf diese Nahrungsqualität beschränkt.

darum fallen auch die Krankheitssymptome und das Auftreten der Infusorien zeitlich zusammen.

Was den *Chilodon cyprini* Moroff in der Beziehung betrifft, so scheint es mir, daß das Verhältnis dieser Form zu den kranken Fischen auch nicht ganz klar und endgültig entschieden wurde. Moroff äußert sich in seiner Notiz über den *Chilodon cyprini* folgendermaßen: „Es handelt sich jedoch um einen Parasiten, der nicht als Krankheitserreger angesehen werden kann, sondern um einen solchen, dem die nötigen Lebensbedingungen durch die Erkrankung eines Fisches aus anderen Gründen verschafft werden. Also bildet er die Folge der Erkrankung des Fisches. Versuche mit gesunden Fischen ergaben, daß er an gesunder Haut nicht leben kann. Daher auch die Erscheinung, daß er in den Aquarien unserer Station meistens bei den Karpfen so enorm verbreitet ist. Die erwähnten Aquarien werden mit Leitungswasser gespeist, das diesen Fischen zu kalt und hart ist. Infolgedessen gehen alle Karpfen früher oder später zugrunde. Stark erkrankte Fische sind die reinsten Kulturen dieses Parasiten, gewöhnlich kommt derselbe in so großer Menge vor, daß die Haut des Fisches geradezu von ihm wimmelt“.

Im Jahre 1903 bespricht Hofer in der Allg. Fisch. Zeit. einen Fall von massenhaftem Auftreten des *Chilodon cyprini* auf Goldfischen, welche in einer Zahl von 35.000 infolge dieser Krankheit abstarben. Bei dieser Gelegenheit konstatierte Hofer, daß die Fische durch Abspülung in 0·5% NaCl-lösung von diesen Infusorien befreit werden können. Daraus zieht er den Schluß, „daß lediglich der *Chilodon cyprini* das große Fischsterben veranlaßt hatte“, und sagt weiter: „Dieses parasitische Infusor ist daher als ein primärer Krankheitserreger anzusprechen“. Trotzdem gibt er auch dem Zweifel in seinen weiteren Worten Raum, „ob dasselbe freilich an Fischen, die sonst völlig gesund sind und unter ihnen sehr günstigen Bedingungen leben, sich auch so massenhaft vermehren kann, daß er die Kiemen der Fische mit einer dicken Lage bedeckt und die Atmung derselben aufhebt, das bleibt noch fraglich, da in dem vorliegenden Falle die Goldfische einmal eine längere Reise durchgemacht hatten und möglicherweise bereits vor derselben unter ungünstigen Bedingungen gehalten waren“.

Hofer nimmt also an, daß durch massenhaftes Auftreten der Infusorien in der Kiemenhöhle der Tod der Fische herbeigeführt wird, gibt

aber keine weiteren Gründe für dieses massenhafte Auftreten an. Er spricht auch die Vermutung aus, daß diese enorme Fortpflanzungsfähigkeit dieser Infusorien zur gewissen Zeit, vielleicht besonders dann auftritt, „wenn die Fische aus anderen Gründen, wie z. B. durch verbrauchtes, sauerstoffarmes Wasser geschwächt sind, dann gewinnt die Krankheit unter gleichzeitiger Verbreitung auf die Kiemen einen deletären Charakter und tritt sogar epidemisch auf". Ich glaube aber, daß damit jedoch noch wenig erklärt ist. Könnte wirklich die Fortpflanzungsfähigkeit der Infusorien in einem abgeschwächten Fischkörper gesteigert werden, so müßten wir auch annehmen, daß die gesunden Fische die Eigenschaft besitzen, in irgend einer Weise die Fortpflanzungsfähigkeit der Infusorien zu hemmen. Sonst wäre uns die Erscheinung, daß die Infusorien auch auf gesunden Fischen, aber immer in sehr spärlicher Zahl leben, ohne sich enorm zu vermehren, unverständlich. Und über solche Eigenschaften können wir keine oder nur lose Vermutungen aufstellen. Wenn aber die Infusorien auch auf gesunden Fischen leben können, ohne ihnen einen Schaden zuzufügen, ohne sich aber auch epidemisch fortzupflanzen, so muß man auf eine andere Weise sich von diesen Verhältnissen Rechenschaft geben. Ich glaube, daß meine Bemerkungen über *Chilodon hexastichus* in bezug auf die Abhängigkeit von der Art der Nahrung ihre Gültigkeit auch für den *Chilodon cyprini* haben können.

Chilodon hexastichus ernährt sich von Bakterien, welche in der Kiemenhöhle stets leben, aber in normalen Zuständen in ganz spärlicher Zahl vorhanden sind; da aber dieses Infusorium auf diese Nahrung beschränkt zu sein scheint, so ist es verständlich, daß bei normaler Infektion der Fische mit diesen Bakterien, wenn sie also nur in kleiner Zahl den Infusorien zur Verfügung stehen, auch die Infusorien sich nicht unbegrenzt vermehren können, da ihre Zahl durch die Nahrungsmenge beschränkt wird. Steigert sich aber die Infektion mit Bakterien aus irgend welchem Grunde, dann gestalten sich auch für die Infusorien die Nahrungsverhältnisse günstiger und bedingen die proportionelle Vermehrung der Bakterien. Dann fallen diese zwei Erscheinungen, d. i. die Schwäche des Fischkörpers und die enorme Fortpflanzung der Infusorien zusammen; daher empfängt man den Eindruck, als wären diese Infusorien die primären Krankheitserreger.

Wir müssen also, so wie es auch Moroff getan hat, die Chi-

lodonkrankheit als „eine Folge der Erkrankung der Fische“ ansehen. Ich muß aber noch einmal ausdrücklich hervorheben, daß dieses Verhältnis der Infusorien zu den Bakterien auf Grund bakteriologischer Methoden noch erforscht werden muß.

Beispiele einer solchen Abhängigkeit der Organismen und ihrer Entwicklung von Bakterien sind bereits bekannt. Pinoy (C. R. d. Ac. d. Ic. 1903. S. 580) berichtet, daß die Myxomyceten *Didymium effusum*, *Chondrioderma difforme* und *Dictyostellium mucroides* in reinen Kulturen ohne jegliche Anwesenheit von Bakterien weder keimen noch sich entwickeln können, vielmehr auf die Bakterien angewiesen sind. Dabei ist es durchaus nicht gleichgültig, welche Bakterien sich in der Kultur befinden, da die einen günstiger wirken als die andern. Es entwickeln sich die Sporen in Schwärmen und Myxoamöben und es bilden sich die Plasmodien und Sporangien dann am besten, wenn man die Kulturen von *Chondrioderma* und *Didymium* mit Sporen des *Bacillus luteus* Flügge impft, dagegen scheint für *Dictyostellium* die Varietät des *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flügge am geeignetsten zu sein. Der Verfasser schließt daraus auf eine Symbiose zwischen diesen Organismen und auf die notwendige Anwesenheit dieser Bakterien in der Kultur für die Entwicklung der genannten Myxomycetengattungen.

Obwohl die Behauptung Pinoy's in einer im Vorjahre erschienenen Arbeit von Bruck (Zeits. f. allg. Physiol. 1908) etwas eingeschränkt wird, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß „die Bedeutung der Bakterien für die weiteren Stadien der Myxomyceten damit noch nicht angefochten werden soll, umsomehr als es bis jetzt noch nie geglückt ist, in Reinkulturen Amöben oder gar Plasmodien zu züchten“.

Man könnte also in unserem Falle auch an die Stoffwechselsubstanzen der Bakterien denken und diese bis zu gewissem Grade als Reiz für die raschere und vermehrte Fortpflanzung der Infusorien auffassen. Das ist jedoch eine ganz andere Fragestellung, die wir jetzt nicht beantworten wollen, da dies uns zu weiterer Diskussion führen müßte.

Indem wir also auch bezüglich dieser Frage unseren Standpunkt beibehalten, rekapitulieren wir ganz allgemein die Resultate unserer Untersuchung folgendermaßen: *Chilodon hexastichus* ist, streng genommen, gar kein Parasit der Fische und steht mit diesen eher in einem symbiontischen Verhältnisse: er verweilt an den Fi-

schen nur deswegen, weil er dort eine ihm entsprechende und vielleicht spezifische Nahrung findet. In normalen Lebensbedingungen, wo er in spärlicher Zahl auftritt, kann er den Fischen durch Verzehren und Vernichten der an den Fischen lebenden Bakterien nützlich sein, es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß seine enorme Vermehrung bei starker bakterieller Infektion den rascheren Tod der Fische durch Erstickung herbeiführen kann.

Aus dem Vergl.-Anat. Instit. der Jagell. Universität, Krakau.

Literaturverzeichnis.

1) Bütschli. Bronnes Klassen und Ordnungen des Tierreichs: Protozoa.
2) Fauré-Frémiet Compt. Rendus de la Soc. de Biol. Année 1906.
3) Hofer. Ein neuer Krankheitserreger der Fische. Allg. Fisch. Zeit. Bd. XVIII, N. F. 1903.
4) Hofer. Handbuch der Fischkrankheiten. München 1904.
5) Maupas. Arch. Zool. Expér. 6. 1888.
6) Metcalf. Über feste Peptonhäutchen auf einer Wasserfläche und die Ursache ihrer Entstehung. Zeit. f. phys. Chem. Bd. 52. 1905.
7) Maier. Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protist.-Kunde 1903. Bd. II.
8) Moroff. Chilodon Cyprini nov. spec. Zool. Anz. 27. Okt. 1902.
9) Pfeffer. Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen u. s. w. Abh. d. math. phys. Kl. d. königl. sächs. Ges. d. Wiss., Bd. XVI.
10) Rhumbler. Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle. Arch. f. Ent.-Mech. Bd. 7. 1898.

---

6. *Badania nad wpływem adrenaliny na wydzielanie CO_2 i moczu. — Studien über den Einfluß des Adrenalins auf die CO_2- u. Harnausscheidung.* — Note de M. ***ST. WELECKI,*** présentée par M. N. Cybulski m. t.

Die bisherigen Versuche mit Nebennieren oder Extrakten mit reinem Adrenalin zeigen, daß diese Drüse von sehr großer Bedeutung für den Organismus ist. Obwohl viele Untersuchungen darüber veröffentlicht wurden, muß dennoch bemerkt werden, daß mit nur wenigen Ausnahmen fast alle Verfasser sich mit der Wirkung des in verhältnismäßig großer Menge direkt in die Adern eingeführten Adrenalins auf die Blutzirkulation, den Atmungsprozeß und das Nervensystem beschäftigten.

Die Bedeutung dieser Drüse im Stoffwechsel wurde bisher gar nicht untersucht. Die Änderungen in der Funktion der genannten Organe, sowie die pathologischen Symptome der Addison'schen Krankheit zeigen, daß die Nebennieren in dieser Beziehung eine wichtige Rolle spielen.

Um den Einfluß des Adrenalins auf die CO_2-Ausscheidung und auf die Nierentätigkeit festzustellen, war es notwendig, bei diesen Untersuchungen von solchen Adrenalinmengen auszugehen, die verhältnismäßig nicht viel von dem normalen Gehalt desselben im Blut abweichen, welche somit niemals die stürmische Wirkung zeigen, wie sie bei allen bisherigen Untersuchungen beobachtet wurde.

Da ich bei meinen Untersuchungen vor allem den Atmungsprozeß und die Nierenfunktion der Beobachtung unterziehen wollte, suchte ich festzustellen: welche Veränderungen in der Blutzirkulation in der Lungenarterie unter dem Einfluß des Adrenalins auftreten, ob durch subkutane, intraperitoneale und intrarektale Adrenalineinführung auch ein Erfolg erzielt werden kann und ob auf diese Weise das Tier länger unter dem Einfluß des Adrenalins verbleiben kann, da eben die länger andauernde Wirkung des Adrenalins vor allem für die Nierenfunktion von großer Wichtigkeit zu sein schien.

Die Verfasser, welche bisher das Adrenalin unter die Haut einführten, bemerkten gar keine, oder nur eine sehr schwache Wirkung. Jedenfalls waren diese Beobachtungen meiner Meinung nach von geringer Bedeutung, da im Vergleich mit den großen Veränderungen, welche in der Blutzirkulation unter dem Einfluß von großen Adrenalinmengen stattfinden, die kleinen aber andauernden Veränderungen von den Verfassern sozusagen geringgeschätzt und übersehen wurden, trotzdem sie für das vorliegende Problem nicht ohne Bedeutung sind.

Was die erste Frage anbelangt, so konnte man sich bei Experimenten an Hunden durch gleichzeitige Blutdruckmessung mit zwei Manometern in der arteria carotis und arteria pulmonalis überzeugen, daß nach der Adrenalineinspritzung (0,00002 mg der wirksamen Substanz pro 1 kg) in die vena jugularis allmählich steigt und bereits den Höhepunkt erreicht, während der Druck in der arteria pulmonalis nach und nach sinkt.

Nach dem Zurücktreten der durch die erste Infektion hervorgerufenen Symptome erzeugt eine bei demselben Tiere angewandte

peritoneale oder rektale Einspritzung (von 0,005 mg. d. wirks. Subs. des Takamin'schen Adrenalins) eine zwar geringere, aber doch andauernde Blutdrucksteigerung in der arteria carotis und in der arteria pulmonalis.

Die Erklärung der ersten Frage ist meiner Meinung nach ganz einfach. Die Drucksteigerung in der großen Blutzirkulation, welche die Verengerung der kleinen Arterien verursacht, wirkt hindernd trotz des hohen Druckes auf den Durchgang des Blutes in die Venen, so daß die in die rechte Herzkammer einfließende Blutmenge abnimmt und infolgedessen der Druck in den Lungenarterien sinkt. Diese Erscheinungen werden ohne Zweifel durch Verlangsamung der Herztätigkeit befördert.

Eine Erklärung der zweiten Tatsache, und zwar der Drucksteigerung in der art. pulmonalis und carotis nach intraperitonealer Einspritzung des Adrenalins ist schwieriger zu geben. Als Ausgangspunkt können die Ergebnisse meiner vorher veröffentlichten Versuche [1]) über die Wirkung des Adrenalins auf den Blutdruck und die Herztätigkeit bei den Tieren nach Zerstörung des verlängerten Marks und des Rückenmarks dienen. In diesen Versuchen habe ich ebenso wie andere Verfasser in der Tat eine Drucksteigerung konstatiert, obwohl die vasomotorischen Zentren fehlten. Aber diese Erscheinung konnte nur durch große Adrenalingaben hervorgerufen werden, und dann war der Charakter der Druckkurve ein ganz anderer.

Sie stieg verhältnismäßig sehr langsam an und zeigte eine deutliche Kräftigung der Herzaktion. Eine gewisse Ähnlichkeit der Druckkurve in unserem jetzigen Versuch legt die Vermutung nahe, daß die Wirkung vor allem von der Kräftigung der Herztätigkeit abhängig ist. Ein Einfluß auf die Gefäße infolge langsamer Resorption des Adrenalins könnte kaum bemerkbar sein, auch die kleinen in das Blut übertretenden Mengen von Adrenalin könnten keine stärkere Wirkung auf die hemmenden Zentra des n. vagus ausüben. Vor allem aber trat deutlich der Einfluß des Adrenalins auf die Tätigkeit des motorischen Mechanismus des Herzens zutage, welcher die Kräftigung der Herzaktion verursachte. Dieser Zustand mußte selbstverständlich den großen und den kleinen Blutkreislauf beeinflussen. Diese ersten Experimente zeigten, daß das Adrenalin

[1]) Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Juillet 1907.

auch vermittels intraperitonealer und subkutaner Injektionen dargereicht werden kann, und das durch die Wiederholung der Injektionen das Tier längere Zeit unter dem Einfluß des Adrenalins verbleibt, ohne daß man dessen schädigenden Einfluß auf das Befinden des Tieres zu befürchten hätte.

Den Gegenstand der weiteren Untersuchung bildeten die Änderungen in der CO_2- und der Harnausscheidung.

Was den ersten Punkt anbelangt, so mußte ich aus Rücksicht auf die technischen Schwierigkeiten mich auf kurz (zirka 30 Min. dauernde) Beobachtungen beschränken. Das Adrenalin wurde intravenös und intraperitoneal injiziert.

Die Experimente führte ich an 3 Hunden und 3 Kaninchen aus. Bei allen Versuchen wurde nach vollzogener Tracheotomie das in die Trachea eingeführte Glasrohr mit großen Müller'schen Klappen in Verbindung gebracht; die luftzuführende Klappe war vermittels einiger U-förmiger Röhrchen, die zum Auffangen von CO_2 und H_2O dienten, mit einem großen Gasometer verbunden. Das Gasometer, in dem eine bestimmte Menge von Luft eingeschlossen war, war so eingerichtet, daß der Druck in demselben nur um ein weniges größer war als der Widerstand der Müller'schen Klappe und daß infolgedessen beim leisesten Atemzug des Tieres reine Luft in dessen Lungen eindrang. Die ausgeatmete Luft wurde durch die zweite Klappe in andere Röhren abgeleitet, in denen die Absorption des Wassers und der Kohlensäure stattfand. Die Menge der letzteren wurde durch einfaches Wägen der entsprechenden Röhren bestimmt.

Während des Experimentierens atmete zuerst das Tier eine bestimmte Zeit lang eine Menge von CO_2 aus, die ich nun als normal betrachtete, dann wurde das Adrenalin (bei Kaninchen) in die vena auricularis, oder bei Hunden in die vena jugularis, oder intraperitoneal eingespritzt und die in gleicher Zeit ausgeatmete Menge von CO_2 bestimmt.

In den drei angegebenen Experimenten führte ich das Adrenalin in die Venen, in den folgenden drei in die Peritonealhöhle ein. In der ersten Reihe habe ich nach intravenöser Injektion von 0·000004 mg der wirksamen Substanz eine Vermehrung, in den Experimenten der zweiten Reihe (d. h. nach intraperitonealer Injektion) stets eine Verminderung von CO_2 beobachtet. Es muß bemerkt werden, daß bei Untersuchung der Adrenalinwirkung auf

die Atmung besondere Einrichtungen getroffen werden müssen und die besonderen Umstände, unter welchen die Beobachtungen stattfinden, Berücksichtigung verlangen.

Vorläufig will ich mich auf diese gelegentliche Bemerkung beschränken und hoffe, binnen kurzem in der Lage zu sein, ausführliche Studien speziell über den Einfluß des Adrenalins auf die Atmung zu unternehmen.

Der Einfluß des Adrenalins auf die Nieren habe ich an Meerschweinchen beobachtet, bei denen ich mich jedoch nur auf intraperitoneale und subkutane Injektionen beschränkte.

Das Tier war in einem aus zwei Trichtern zusammengesetzten Apparat gehalten; in dem unteren Trichter, in der Mitte seiner Höhe, war ein eisernes Drahtnetz befestigt, auf dem das Tier saß; unter dem Netz war ein gewöhnliches Filter aus Fließpapier eingelegt. Die untere Spitze des Trichters mündete in eine Flasche, in welcher der filtrierte Harn aufgefangen wurde. Der feste Kot blieb in Gestalt von Böhnchen auf dem Netz liegen. Das auf dem Netz sitzende Tier wurde mit Rüben gefüttert, nachdem vor dem Versuche die von dem Tiere stets verbrauchte Nahrungsmenge bestimmt worden war; während der Dauer der Experimente verabreichte ich dem Tiere immer die gleiche Futtermenge. Nach Bestimmung des Gewichtes wurde das Tier in den Apparat gebracht und die in den ersten 24 Stunden abgegebene Harnmenge gemessen. In den folgenden 24 Stunden wurde viermal in gewissen Zeitabschnitten das Adrenalin intraperitoneal oder subkutan eingespritzt und wieder die vom Versuchstier abgegebene Harnmenge gemessen.

Während des dritten Zeitraumes von 24 Stunden wurde das Tier ohne Injektionen im Apparate gelassen.

Die Injektionen von Adrenalin vermehrten die Harnausscheidung in allen Fällen um das doppelte und mehr. Mit der Verdünnung des Harnes verminderte sich dessen spezifisches Gewicht, dagegen stieg die absolute Menge von Trockensubstanz und Stickstoff. In dem nach den Injektionen folgenden 24-stündigen Zeitraum kehrte der normale Zustand wieder. Die Tiere vertrugen die Injektionen ohne irgend welche Schädigung.

Obwohl die Diurese als Folge der Drucksteigerung und der Kräftigung der Herzaktion erklärt werden kann, läßt uns doch die Vermehrung von Stickstoff vermuten, daß das Adrenalin einen tiefer greifenden Einfluß auf den Stoffwechsel ausübt, was auch durch

die Pathologie der Nebenniere bestätigt wird, da man die Vermehrung des Stickstoffgehaltes um ein Drittel nicht nur als Folge der Diurese betrachten kann. Zwar wissen wir noch heute wenig über die Wirkung des Adrenalins auf das Muskelsystem, aber die Schwächung des Tonus der Muskulatur bei der Addison'schen Krankheit und bei Tieren, denen die Nebennieren entfernt wurden, zeigt deutlich, daß das Adrenalin auf die Muskeln einen Einfluß haben und deren Tonus heben kann.

Man kann daraus den wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß eben darin die Ursache der gesteigerten Stickstoffausscheidung zu suchen ist.

Schon nach Beendigung dieser Untersuchungen erschien in Engelmann's: *Archiv f. Physiologie* (1900, III. u. IV.) die Arbeit Hrn. Schatilloff's über: „Nierensekretion im Lichte der Adrenalinwirkung". Die Experimente, die im Laboratorium des Hrn. Prof. Gaule ausgeführt wurden, können nur annähernd mit den unsrigen verglichen werden, da sie unter anderen Umständen ausgeführt wurden. Der Verfasser läßt vor allem die Menge der vom Tiere eingenommenen flüssigen und festen Nahrung ganz unberücksichtigt, ferner beschränkt er sich fast ganz auf Einspritzungen in die Venen. Seine Resultate weichen indessen nur wenig von den unsrigen ab. Er stellte fest, daß die Injektion von Adrenalin nur dann die Verminderung der Harnausscheidung verursacht, wenn die Dosis der tödlich wirkenden (der Verfasser nennt sie toxisch) nahe kommt, das heißt wenn eine sehr starke Verengerung der Gefäße (wahrscheinlich auch in der Niere) besteht; es ist aber klar, daß die durch diese Erscheinungen hervorgerufenen Störungen für den ganzen Organismus nicht gleichgültig sind (albuminuria). In den Versuchen, in welchen die Adrenalingaben den unserigen nahe waren, beobachtet Schatilloff auch eine Vermehrung der Harn- und Stickstoffausscheidung.

Aus dem Physiologischen Institute der Jagellonischen Universität in Krakau. Direktor Prof. Dr. Cybulski.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

6 Lutego 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

T. Koźniewski, L. Marchlewski. Phyllotaonine converted into phytorhodines . . . . Avril 1908

L. Hildt, L. Marchlewski, J. Robel. Umwandlung des Chlorophylls unter dem Einfluß von Säuren . . . . Avril 1908

J. Bielecki, A. Koleniew. Propriétés tinctoriales des colorants basiques dérivés du triphénylméthane . . . . Avril 1908

***K. Olszewski.** Die Verflüssigung der Gase . . . . Mai 1908

K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen . . . . Mai 1908

M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl . . . . Mai 1908

J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny . . . . Mai 1908

Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel Juin 1908

K. Jabłczyński. Kinetik der Folgereaktionen . . . . Juill. 1908

K. Jabłczyński. Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit Juill. 1908

K. Kling. O-, m-, p-Tolyläthylalkohole . . . . Juill. 1908

A. Korczyński. Anormale Salze . . . . Juill. 1908

J. Buraczewski, T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins etc. Juill. 1908

F. Kamieński. Microphotographie stéréoscopique . . . . Juill. 1908

J. v. Kowalski. Beiträge zur Kenntnis der Luminiszenz . . . . Oct. 1908

L. Natanson. Elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium . . . . Oct. 1908

G. G. Wilenko, Z. Motylewski. Wirkung von Na auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol . . . . Nov. 1908

L. Gosiewski. Sur la moyenne arithmétique et la loi de Gauss . Déc. 1908

St. Loria. Die Dispersion des Acetylens und Methans . . . . . Déc. 1908

J. Morozewicz. Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau . . . Déc. 1908

B). Sciences biologiques.

J. Dunin-Borkowski. Sur le phénomène de Gürber . . . . . . Avril 1908

J. Nowak. Cephalopoden der oberen Kreide in Polen. I. . . . . Avril 1908

H. Wielowieyski. Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. II. . . . . Avril 1908

* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

B. **Petschenko.** Bacillopsis stylopygae; nov. gen. et nov. spec. . Avril 1908
H. **Krzemieniewska.** Ernährung des Azotobaktors . . . . Mai 1908
H. **Zapałowicz.** Revue critique de la flore de la Galicie. XIII . . Mai 1908
H. **Hoyer.** Lymphgefäßsystem der Froschlarven. II . . . . Mai 1908
E. **Rosenhauch.** Flora des physiologischen Bindehautsacks der Neugeborenen . . . . Mai 1908
J. **Dunin-Borkowski.** Hämolytische Wirkung von Hg-Salzen . . Juin 1908
J. **Nusbaum.** Entwicklungs-Geschichte der Occipitalregion des Schädels etc. bei den Cyprinoiden . . . . Juin 1908
J. **Hirschler.** Embryonale Entwicklung der Coleopteren . . . . Juin 1908
E. **Godlewski jun.** Transformation des Protoplasmas in Kernsubstanz bei Echiniden . . . . Juin 1908
*Vl. **Kulczyński.** Symbola ad faunam aranearum Javae et Sumatrae cognoscendam. Pars I . . . . Juin 1908
R. **Nitsch.** Microbes anticholériques dans l'air . . . . Juin 1908
Ed. **Janczewski.** Anthères stériles des groseilliers . . . . Juill. 1908
B. **Namysłowski.** Wawelia regia nov. subfam. gen. sp. . . . . . Juill. 1908
H. **Zapałowicz.** Revue critique de la flore de la Galicie. XIV . . Juill. 1908
C. **Rouppert.** Discomycetum species novae tres . . . . Juill. 1908
P. **Wiśniewski.** Fruchtform bei Zygorhynchus Moelleri Vuill. . . Juill. 1908
M. **Siedlecki.** Der javanische Flugfrosch (Rhacophorus reinw.) . . Juill. 1908
B. **Konopacka.** Gestaltungsvorgänge d. zentrifugierten Froschkeime Juill. 1908
H. **Wielowieyski.** Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Dritte Mitteilung . . . . Juill. 1908
K. **Białaszewicz.** Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen . Oct. 1908
St. **Bondzyński, V. Humnicki.** Verhalten von Salol und Distearylsalizylglyzerid im Organismus . . . . Nov. 1908
W. **Gawiński.** Ausscheidung von Proteinsäuren im Harn . . . . Nov. 1908
A. W. **Jakubski.** Stützgewebe des Nervensystems im vorderen und hinteren Körperende der Hirudineen etc. . . . . Nov. 1908
St. **Kopeć.** Entwicklung d. Geschlechtscharaktere bei Schmetterlingen Nov. 1908
R. **Minkiewicz.** Synchromatisme de Hippolyte varians Leach. . . Nov. 1908
S. **Krzemieniewski.** Untersuchungen über Azotobacter chroococcum Beij. . . . . Nov. 1908
J. **Niedźwiedzki.** Eine neue miozäne Austernart: Ostrea Leopolitana Déc. 1908
A. **Maciesza.** Anthracose des poumons et des organes abdominaux Déc. 1908
A. **Maciesza.** Angeborene abnorm weite Foramina parietalia . . Déc. 1908

* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 2. FÉVRIER. 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislas Natanson**,
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

N° 2. Février. 1909.

Séance du lundi 1 Février 1909.

Présidence de M. ED. JANCZEWSKI.

7. *Liczbowe rozwiązanie zagadnienia Dirichleta i zagadnienia hydrodynamicznego. — Sur le calcul numérique des fonctions demandées dans le Problème de Dirichlet et le Problème hydrodynamique.* Mémoire de M. ***S. ZAREMBA*** m. c.

I. Introduction.

§ 1. Le terme de *Problème de Dirichlet* est classique, mais il n'en est pas de même de celui de *Problème hydrodynamique*. J'appellerai *Problème hydrodynamique* le problème qui consiste à déterminer une fonction harmonique (c'est à dire vérifiant l'équation de Laplace) dans un certain domaine, étant données les valeurs de la dérivée normale.

Il va sans dire qu'en envisageant les Problèmes précédents pour le domaine extérieur à un système de courbes (ou de surfaces) fermées, nous préciserons de la façon classique la manière dont les fonctions harmoniques que nous aurons à considérer devront se comporter à l'infini: dans l'espace, elles devront tendre uniformément vers zéro; dans le plan, elles devront rester régulières.

MAY 10 1909

§ 2. On connaît diverses méthodes générales pour résoudre chacun des deux problèmes fondamentaux dont nous venons de parler mais, si l'on voulait appliquer l'une de ces méthodes au calcul de la valeur numérique de la fonction demandée en un point donné, on serait conduit à des calculs inextricables.

Je me propose de faire connaître une méthode nouvelle qui n'offre pas cet inconvénient, puisque l'application de cette méthode, même dans les cas généraux, n'exige pas des opérations plus compliquées que celles que l'on a à effectuer en se servant des méthodes classiques pour un domaine dont la frontière se réduirait à un cercle ou à une sphère.

La méthode que j'ai en vue consiste à former pour le domaine donné (D) une certaine suite infinie de fonctions harmoniques dans ce domaine

(1) $$v_1, v_2, v_3, \ldots$$

La détermination d'un nombre limité de termes de cette suite n'exige que le calcul des valeurs numériques d'un nombre limité d'intégrales définies, simples ou doubles suivant que le domaine (D) est à deux ou à trois dimensions.

Les fonctions v_k sont continues dans le domaine (D) ainsi que sur sa frontière (S), chacune de ces fonctions admet une dérivée normale, variant continuement avec la position de la normale correspondante, et chacune d'elles, lorsque le domaine (D) s'étend à l'infini, est, à l'infini, régulière ou nulle selon que le domaine considéré est à deux ou à trois dimensions.

En outre les fonctions v_k jouissent des propriétés suivantes:

Sauf une restriction qui sera indiquée au § suivant, toute fonction u, continue à l'intérieur du domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine, harmonique à l'intérieur du domaine considéré et, dans le cas où ce domaine ne serait pas borné, se comportant à l'infini de la façon spécifiée plus haut, peut être représentée par une série à coefficients constants de la forme suivante:

(2) $$u = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k,$$

où, lorsque le domaine (D) est à trois dimensions et s'étend à l'infini, la constante c_0 est toujours nulle. La série précédente, comme il est de règle pour les séries de ce genre, ne sera pas en

général uniformément convergente dans tout le domaine (D) et pourra même être divergente sur la frontière (S) de ce domaine, mais elle sera uniformément convergente dans tout domaine intérieur[1]) au domaine (D) et de plus, elle se comportera sous certains rapports (que nous préciserons dans le corps du mémoire) comme si elle était uniformément convergente dans (D) et même sur (S). La série (2) sera, comme cela résulte de théorèmes bien connus, dérivable terme à terme; il va sans dire que les séries déduites par voie de dérivation de la série (2), uniformément convergentes dans tout domaine intérieur au domaine (D), ne jouiront pas en général de cette propriété dans le domaine (D) lui-même, toutefois celles de ces séries qui se rapportent aux dérivées du premier ordre se rapprocheront des séries uniformément convergentes dans le domaine (D) au même titre que la série (2) elle-même.

2° L'inégalité

$$j \neq k$$

entraîne la relation

$$\int_{(S)} v_k \frac{dv_j}{dN} ds = 0 ,$$

en désignant par ds l'élément de la frontière (S) du domaine (D) et par $\frac{d}{dN}$ le symbole de la dérivation suivant la normale.

3° Pour toutes les valeurs entières et positives de l'indice k, on a:

$$\int_{(S)} v_k \frac{dv_k}{dN} ds = -1 ,$$

en dirigeant la normale, comme nous le ferons dans tout ce travail, vers l'intérieur du domaine (D).

4° Lorsque le domaine (D) n'est pas à trois dimonsions et ne s'étend pas en outre à l'infini, les fonctions v_k satisfont encore aux conditions suivantes:

$$\int_{(S)} v_k ds = 0 . \tag{3}$$

[1]) Nous dirons qu'un domaine (D_1) est intérieur au domaine (D), lorsqu'il lui correspond une longueur non nulle ρ telle que tout point intérieur à un cercle (ou à une sphère s'il s'agissait de l'espace) ayant pour centre n'importe quel point, du domaine (D_1), est intérieur au domaine (D).

5º On a dans tous les cas:

$$(4) \qquad c_k = -\int u \frac{dv_k}{dN}\, ds \qquad (k = 1, 2, 3 \ldots)$$

en outre, lorsque le domaine (D) est à deux dimensions ou, étant à trois dimensions, lorsqu'il ne s'étend pas à l'infini, lorsqu'en un mot on ne considère pas le cas où la constante c_0 est nécessairement nulle, on a:

$$(5) \qquad c_0 = \frac{1}{S} \int_{(S)} u\, ds,$$

en désignant par S, la longueur totale ou l'aire totale de la frontière, selon le nombre de dimensions du domaine considéré.

La suite (1) étant formée, les formules (4), auxquelles on adjoindra, s'il y a lieu, la formule (5), permettront de déterminer les coefficients de la série (2) de façon que la somme u de cette série admette des valeurs périphériques[1]) données. Donc, la résolution du Problème de Dirichlet au moyen des fonctions v_k n'exigera, comme la formation des fonctions v_k elles-mêmes, que la détermination des valeurs numériques de certaines intégrales définies, pourvu que les valeurs périphériques de la fonction demandée soient définies numériquement.

Pour reconnaître que les mêmes circonstances se présentent dans le Problème hydrodynamique, il suffit de remarquer que les formules (4) sont équivalentes aux suivantes

$$c_k = -\int_{(S)} \frac{du}{dN}\, v_k\, ds\,;$$

lorsque la fonction u admet une dérivée normale déterminée, variant continuement sur (S). Il est presque superflu d'ajouter que,

[1]) Nous dirons qu'une fonction F définie à l'intérieur d'un certain domaine (Ω), admet en un point M, situé sur la frontière, une valeur périphérique déterminée F_M, lorsque la valeur $F(A)$ de la fonction F en un point A, intérieur au domaine (Ω), tend uniformément vers F_M lorsque la longueur MA tend vers zéro, de quelque façon que varie la direction du rayon MA, sans que, bien entendu, le point A cesse de rester à l'intérieur du domaine considéré. D'après cela, lorsque la fonction F admet une valeur périphérique déterminée en chacun des points de la frontière (Σ) du domaine (Ω), les valeurs périphériques de la fonction F sont, on le démontre très facilement, continuement distribuées sur (Σ).

dans le cas du Problème hydrodynamique, la constante c_0 restera arbitraire, à moins que le domaine (D) ne soit à trois dimensions et ne s'étende en outre à l'infini, puisqu'alors la constante c_0 est nécessairement nulle.

D'après ce qui précède, la résolution du Problème de Dirichlet et celle du Problème hydrodynamique par la méthode que je vais développer dans ce travail, n'exige, dans le cas des données numériques, que le calcul des valeurs numériques de certaines intégrales (simples ou doubles suivant le nombre de dimensions du domaine (D)), formant un ensemble dénombrable. Donc, dans le cas général, les opérations à effectuer sont bien du même degré de complication que pour un domaine dont la frontière se réduirait à un cercle ou à une sphère.

§ 3. Je vais indiquer maintenant les conditions de validité des résultats précédents.

La frontière (S) du domaine (D), que nous supposerons être d'un seul tenant, pourra se composer de plusieurs parties entièrement séparées, mais elle ne s'étendra pas à l'infini, elle devra admettre une normale déterminée en chacun de ses points, l'angle aigu α formé par deux normales élevées l'une en M et l'autre en M', devra vérifier l'inégalité

$$\alpha < C \cdot \overline{MM'}$$

en désignant par C une constante; si enfin, l'on désigne par (S_0) la portion de la frontière (S), intérieure à une sphère de rayon au plus égal à une certaine longueur fixe, ayant pour centre un point quelconque O de (S), aucune parallèle à la normale en O à (S) ne pourra rencontrer (S_0) en plus d'un seul point.

Pour qu'une fonction u, harmonique à l'intérieur du domaine (D) et, au cas où ce domaine ne serait pas borné, se comportant à l'infini de la façon spécifiée précédemment, puisse être représentée par la série (2) dans les conditions indiquées au paragraphe précédent, il suffit qu'il existe une fonction Φ_0, de la nature suivante:

1° La fonction Φ_0 est continue à l'intérieur et sur la frontière d'un domaine (D_0), qui est une portion bornée du domaine (D), limitée d'une part par la frontière (S) du domaine (D) lui-même et d'autre part, suivant le nombre de dimensions de ce domaine, par une circonférence de cercle ou une surface sphérique (C'_0) dont chaque point est intérieur au domaine (D).

2º Les valeurs de la fonction Φ_0 sur (S) coïncident avec les valeurs périphériques de la fonction u.

3º A l'intérieur du domaine (D_0), les dérivées du premier ordre de la fonction Φ_0 par rapport aux coordonnées rectangulaires existent, sont continues et telles en outre que, suivant le nombre de dimensions du domaine (D_0), l'intégrale

$$\iint\limits_{(D_0)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi_0}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi_0}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy \tag{6}$$

où l'intégrale

$$\iiint\limits_{(D_0)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi_0}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi_0}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi_0}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz \tag{7}$$

ait une valeur finie.

Il est évident que la condition précédente est une condition relative à la nature des valeurs périphériques de la fonction harmonique u. Cette condition sera évidemment remplie dans le cas où la fonction u, admettant des valeurs périphériques distribuées continuement sur (S), est telle que, suivant le nombre de dimensions du domaine (D), l'intégrale

$$\iint\limits_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy \tag{8}$$

ou l'intégrale

$$\iiint\limits_{D} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz \tag{9}$$

ait une valeur finie. On verra dans le corps du mémoire que réciproquement, lorsque la fonction Φ_0 existe, celle des deux intégrales précédentes qui correspond au nombre de dimensions du domaine considéré est toujours finie. Par conséquent la condition relative à l'existence de la fonction Φ_0 équivaut à la suivante: la fonction harmonique u, continue sur (S) et dans (D), doit être telle que celle des intégrales (8) ou (9) qu'il y a lieu de considérer, ait une valeur finie.

Il résulte de là que notre méthode sera sûrement applicable au Problème hydrodynamique pourvu que la fonction h, représentant les valeurs données de la dérivée normale de la fonction demandée u.

soit continue et vérifie, bien entendu, en outre la condition bien connue

$$\int_{(S)} h\, ds = 0,$$

dans tous les cas, sauf dans celui où le domaine (D) est à trois dimensions et s'étend à l'infini, cas où la fonction h pourra être une fonction continue quelconque.

En effet, on sait que, dans ces conditions, la fonction u existe, que ses valeurs périphériques définissent une fonction continue sur (S) et que celle des intégrales (8) et (9) qui se rapporte au domaine considéré est finie; la fonction u pourra donc être représentée par la série (2), où l'on calculera les c_k au moyen des formules données au paragraphe précédent.

Dans le cas du Probleme de Dirichlet, la simple continuité des valeurs périphériques de la fonction demandée ne serait évidemment pas suffisante pour légitimer l'application de la série (2), mais la restriction qui résulte de là n'est pas gênante au point de vue du calcul numérique. En effet: d'abord, théoriquement, elle ne l'est sûrement pas, puisque les valeurs périphériques données de la fonction demandée pourront toujours être représentées avec un degré d'approximation donné au moyen des valeurs que prendrait sur (S), un polynôme entier par rapport aux coordonnées; en second lieu, pour les applications en Physique, la restriction en question n'est pas gênante non plus, puisque le plus souvent l'existence de la fonction Φ_0 est évidente *a priori* ou très facile à constater.

II. Le cas du plan.

§ 4. Nous supposerons d'abord que le domaine (D) est borné et nous ramènerons ensuite à ce cas, au moyen d'une inversion, celui où le domaine considéré s'étendrait à l'infini.

§ 5. Reprenons le domaine (D_0) et la fonction Φ_0 envisagés dans l'introduction. Je dis qu'il existera une fonction Φ, continue dans tout le domaine (D) ainsi que sur la frontière (S) de ce domaine, prenant sur (S) les mêmes valeurs que la fonction Φ_0 et telle que l'intégrale

$$\iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy$$

ait une valeur finie, les dérivées

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} \quad \text{et} \quad \frac{\partial \Phi}{\partial y}$$

étant continues en tout point intérieur au domaine (D).

Pour établir ce point, plaçons l'origine des coordonnées au centre O du cercle (C_0), dont la circonférence fait partie de la frontière du domaine (D_0) et considérons deux nouveaux cercles (C_1) et (C_2) de rayons r_1 et r_2 $(r_1 < r_2)$, concentriques au cercle (C_0). Nous admettrons que les rayons r_1 et r_2 des cercles (C_1) et (C_2) soient choisis de façon que tout point de la circonférence de chacun d'eux soit intérieur au domaine (D_0).

Cela posé, définissons dans le domaine (D) une fonction Φ de la façon suivante:

Dans la portion du domaine (D) définie par l'inégalité

$$x^2 + y^2 > r^2_2 ;$$

on aura:

$$\Phi = \Phi_0 ;$$

pour:

$$r_1{}^2 \leqq x^2 + y^2 \leqq r_2{}^2 ;$$

on posera:

$$\Phi = \left(1 - \frac{r_2{}^2 - x^2 - y^2}{r_2{}^2 - r_1{}^2}\right)^2 \left(1 + \frac{r_2{}^2 - x^2 - y^2}{r_2{}^2 - r_1{}^2}\right)^2 \Phi_0$$

enfin, pour

$$x^2 + y^2 < r_1{}^2 ;$$

on prendra

$$\Phi = 0 .$$

Il est évident que la fonction Φ, définie de cette façon, satisfera à toutes les conditions indiquées plus haut. La proposition que nous voulions démontrer est donc justifiée.

§ 6. Soit Φ une fonction quelconque continue dans le domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine, telle que l'intégrale

$$(1) \qquad \int\!\!\int_D \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy$$

ait un sens, les dérivées

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} \quad \text{et} \quad \frac{\partial \Phi}{\partial y}$$

étant continues en tout point intérieur au domaine (D). Considérons en outre une fonction u harmonique à l'intérieur du domaine (D) et telle que l'intégrale

$$\mathcal{J} = \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right\} dx\, dy \tag{2}$$

ait une valeur finie. Cela posé changeons, dans les expressions des fonctions Φ et u, x en x' et y en y', puis, envisageons l'expression suivante:

$$\iint_{(D)} \left\{ \frac{\partial (\Phi - u)}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial (\Phi - u)}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx'\, dy' \tag{3}$$

où r représente la distance d'un point (x, y) du plan au point (x', y').

Il est évident que l'expression précédente serait nulle identiquement pour l'ensemble (D') des positions du point (x, y) à l'extérieur du domaine (D), dans le cas où l'on aurait:

$$(u)_s = (\Phi)_s + \text{Const.}, \tag{4}$$

en désignant par $(u)_s$ et $(\Phi)_s$ les valeurs périphériques des fonctions u et Φ en un même point de la frontière (S) du domaine (D).

Réciproquement, et c'est ce qui constitue le théorème fondamental de la théorie que nous allons exposer, lorsque l'expression (3) est nulle pour l'ensemble (D') des positions du point (x, y) à l'extérieur du domaine (D), il suffit de savoir que l'intégrale (2) est finie pour être certain que la fonction u vérifie la relation (4).

Pour la démonstration de ce théorème, il est nécessaire d'établir diverses autres propositions que nous allons exposer successivement.

§ 7. Posons:

$$f(x, y) = \iint_{(D)} \left\{ \frac{\partial \Phi}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial \Phi}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx'\, dy', \tag{5}$$

$$\psi(x, y) = \iint_{(D)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx'\, dy' \tag{6}$$

et considérons un point A situé à l'extérieur du domaine (D) sur la normale à (S) en un point quelconque M. Soient $f(A)$ et $\psi(A)$ les valeurs des fonctions $f(x, y)$ et $\psi(x, y)$ en A. L'intégrale (3) étant nulle par hypothèse lorsque le point (x, y) est situé à l'extérieur du domaine (D), nous aurons:

$$\psi(A) = f(A).$$

D'autre part, la formule (5) donne:

$$f(A) = -\int_{(S)} (\Phi)_s \frac{d \log r}{dN} ds$$

en désignant par $(\Phi)_s$ la fonction à laquelle se réduit la fonction Φ sur (S). Par conséquent, il correspondra au point M un nombre parfaitement déterminé $\varphi(M)$ tel que l'on ait:

$$\lim_{AM=0} f(A) = \varphi(M),$$

la convergence de $f(A)$ vers $\varphi(M)$ étant uniforme pour l'ensemble des positions du point M sur (S). Nous aurons donc:

$$(7) \qquad \lim_{AM=0} \psi(A) = \varphi(M)$$

avec la même propriété de convergence uniforme.

§ 8. Il résulte des hypothèses adoptées au sujet du domaine (D) (Introduction, § 3) qu'il sera possible de mener deux cercles (Σ) et (Σ') tangents en M à (S), ayant pour rayons une même longueur R, indépendante de la position du point M sur (S), tels que tout point intérieur au cercle (Σ) soit intérieur au domaine (D) et tout point intérieur au cercle (Σ') — extérieur à ce domaine. Désignons par (Ω) le domaine intérieur au cercle (Σ), par $(D-\Omega)$ le reste du domaine (D) et posons:

$$(8) \qquad \psi_1(A) = \iint_{(\Omega)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx'\, dy'$$

$$(9) \qquad \psi_2(A) = \iint_{(D-\Omega)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx'\, dy'$$

en désignant par r la distance du point (x', y') au point A considéré au paragraphe précédent. Les équations (6), (8) et (9) donneront:

$$(10) \qquad \psi(A) = \psi_1(A) + \psi_2(A).$$

Je vais démontrer qu'il correspond au point M un nombre parfaitement déterminé $\varphi_2(M)$ tel que l'on ait:

$$(11) \qquad \lim_{AM=0} \psi_2(A) = \varphi_2(M),$$

la convergence de $\psi_2(A)$ vers $\varphi_2(M)$ étant uniforme pour l'ensemble des positions du point M sur (S).

A cet effet, décrivons du point M comme centre un cercle (Σ_0) de rayon R_0 $(R_0 < R)$, désignons par (Ω_0) la portion du domaine $(D-\Omega)$ formée par l'ensemble de ceux des points de ce domaine qui sont intérieurs au cercle (Σ_0) et représentons par $(D-\Omega-\Omega_0)$ le reste du domaine $(D-\Omega)$. Posons ensuite:

$$\psi_2'(A) = \iint\limits_{(\Omega_0)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx' \, dy' \qquad (12)$$

$$\psi_2''(A) = \iint\limits_{(D-\Omega-\Omega_0)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial \log r}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial \log r}{\partial y'} \right\} dx' \, dy' \,. \qquad (13)$$

Eu égard à (9), nous aurons:

$$\psi_2(A) = \psi_2'(A) + \psi_2''(A) \,. \qquad (14)$$

Appliquons l'inégalité de M. Schwarz à l'expression (12) de la quantité $\psi_2'(A)$ et reportons-nous ensuite à l'équation (2). Nous trouverons facilement:

$$\left\{ \psi_2'(A) \right\}^2 < \mathcal{J} \iint\limits_{(\Omega_0)} \frac{dx' \, dy'}{r^2} \,.$$

Observons maintenant que tous les points du domaine (Ω_0) appartiennent au domaine (T_0) formé par l'ensemble des points extérieurs aux cercles (Σ) et (Σ') tangents en M à (S), mais intérieurs au cercle (Σ_0). Nous aurons donc:

$$\iint\limits_{(\Omega_0)} \frac{dx' \, dy'}{r^2} \leqq \iint\limits_{(T_0)} \frac{dx' \, dy'}{r^2} < \frac{16}{3} \frac{R_0}{R} \,.$$

Par conséquent nous pourrons faire correspondre à un nombre non nul et positif μ, si petit qu'il soit, une valeur de R_0, indépendante de la position du point M sur (S) et de celle du point (A) sur la normale en M à (S), telle que l'on ait:

$$| \psi_2'(A) | < \mu \,. \qquad (15)$$

La longueur R_0 étant fixée de façon que l'inégalité (15) soit vérifiée dans les conditions qui viennent d'être dites, on pourra, comme on le vérifiera aisément en se reportant à l'expression (13) de la fonction $\psi_2''(A)$, faire correspondre au nombre μ une longueur δ, indépendante de la position du point M sur (S), telle que l'inégalité:

$$\overline{A' A''} \leqq \delta \qquad (16)$$

entraîne la suivante:

$$(17) \qquad | \psi''(A') - \psi''(A'') | < \mu$$

en désignant par A' et A'' deux positions du point A sur la normale en M à (S), à l'extérieur du domaine (D), et en supposant que les longueurs MA' et MA'' soient assez petites, qu'elles vérifient par exemple les inégalités suivantes:

$$(18) \qquad \begin{cases} \overline{MA'} \leqq R \\ \overline{MA''} \leqq R, \end{cases}$$

où R représente, comme précédemment, la longueur commune des rayons des cercles (Σ) et (Σ').

Il résulte des relations (14) et (15) et de ce que les inégalités (16) et (18) entraînent l'inégalité (17), que les inégalités (16) et (18) entraînent la suivante:

$$| \psi_2(A') - \psi_2(A'') | < 3\,\mu$$

indépendamment de la position du point M sur (S). Donc lorsque la longueur AM tend vers zéro, le point A restant extérieur au domaine (D), la fonction $\psi_2(A)$ tend vers une limite déterminée $\varphi_2(M)$ et cela uniformément pour l'ensemble des positions du point M sur (S). C'est ce que nous voulions établir.

§ 9. Considérons la fonction $\psi_1(A)$ définie par l'équation (8) et désignons par O le centre du cercle (Σ) qui limite le domaine (Ω); désignons encore par A_0 le conjugué harmonique du point A par rapport au cercle (Σ) et soient $u(A_0)$ et $u(O)$ les valeurs de la fonction u en A_0 et O. Je vais démontrer que l'on a:

$$(19) \qquad \psi_1(A) = -\pi\big(u(A_0) - u(O)\big).$$

Pour établir ce point, plaçons le pôle d'un système de coordonnées polaires (ϱ, θ) au centre O du cercle (Σ) et choisissons l'axe OM pour origine de l'angle θ. Dans ces conditions, on aura $\theta = 0$ pour chacun des points A et A_0. Les rayons-vecteurs des points A et A_0 étant représentés par ϱ et ϱ_0, nous aurons:

$$(20) \qquad \varrho\varrho_0 = R^2$$

puisque, on se le rappelle, R représente le rayon du cercle (Σ). D'ailleurs, à l'intérieur du cercle (Σ), nous avons pour $\log r$ et pour la fonction harmonique u, les développements en série suivants:

$$\log r = \log \varrho - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos k\theta'}{k} \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^k$$

$$u(x', y') = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\theta' + b_k \sin k\theta')\, \varrho'^k$$

en désignant par ϱ' et θ' les coordonnées polaires du point (x', y') et par les a et les b des coefficients constants.

Il suffit de porter ces valeurs de $\log r$ et de la fonction u dans l'expression (8) de la fonction $\psi_1(A)$ et de tenir compte de la relation (20), pour s'assurer que la relation (19) est bien vérifiée.

§ 10. Nous voici en mesure d'achever la démonstration du théorème fondamental énoncé au § 6.

Il résulte des équations (7), (10), (11), (19) et (20) et de l'uniformité de la convergence, pour l'ensemble des positions du point M sur (S), des quantités $\psi(A)$ et $\psi_2(A)$ vers leurs limites respectives $\varphi(M)$ et $\varphi_2(M)$ pour $AM = 0$, que l'on a:

$$\lim_{\overline{A_0 M} = 0} u(A_0) = u(O) + \frac{1}{\pi} \left\{ \varphi_2(M) - \varphi(M) \right\},$$

la convergence étant uniforme pour l'ensemble des positions du point M sur (S). Un raisonnement bien connu permettra de tirer de là la conclusion suivante: la fonction u admet, en chaque point de la frontière (S) du domaine (D), une valeur périphérique déterminée et l'ensemble des valeurs périphériques de la fonction u définit une fonction continue $(u)_s$ sur (S). Par conséquent, lorsque le point (x, y) se trouve à l'extérieur du domaine (D), l'intégrale (3) est égale au potentiel de double couche suivant:

$$-\int_{(S)} \left\{ (\Phi)_s - (u)_s \right\} \frac{d \log r}{dN}\, ds. \tag{21}$$

Or, lorsque le point (x, y) est extérieur au domaine (D), l'intégrale (3) est nulle identiquement par hypothèse. Par conséquent, à l'extérieur du domaine (D), le potentiel (21) est nul; il admet donc d'un côté de la frontière (S) du domaine (D), une dérivée normale déterminée égale à zéro; par conséquent[1]), du côté opposé de (S), il admet aussi une dérivée normale déterminée égale à la

[1]) Voir la note de M. Liapounoff dans les C. R., 8 novembre 1897.

précédente, donc nulle. Cela prouve que le potentiel (21), nul à l'extérieur du domaine (D), est constant à l'intérieur de ce domaine. Il dérive donc d'une double couche de densité constante. En d'autres termes, la relation (4) est vérifiée. C'est ce que nous voulions établir.

§ 11. Le domaine (D) étant borné et d'un seul tenant, la frontière, si elle ne se réduit pas à une seule courbe fermée, se composera d'une courbe fermée (S_0) et de p autres courbes fermées (S_1), $(S_2)\ldots(S_p)$, intérieures à la précédente. D'ailleurs le passage du cas général à celui où la frontière du domaine considéré se réduirait à une courbe fermée unique, est immédiat; nous nous bornerons donc à l'étude du cas général.

Cela posé considérons $p+1$ points fixes:

$$(x_k,\ y_k)\,. \qquad {\scriptstyle k=0,\,1,\,2,\,\ldots\,p} \tag{22}$$

Le point $(x_0,\ y_0)$ pourra être pris arbitrairement, mais le choix du point $(x_k,\ y_k)$, pour $k \geqq 1$, sera subordonné à la restriction, unique d'ailleurs, que ce point soit situé à une distance non nulle de la courbe (S_k), à l'intérieur de la portion de plan limitée par celle-ci.

Désignons par i l'unité imaginaire et posons:

$$\left\{\begin{aligned} f_{2t-1}(x,y) &= \frac{1}{2}\left\{(x+iy)^t+(x-iy)^t\right\} \\ f_{2t}(x,y) &= \frac{1}{2i}\left\{(x+iy)^t-(x-iy)^t\right\}. \end{aligned}\right.$$

Définissons ensuite les fonctions $u_{\alpha,\beta}$ au moyen des formules suivantes:

$$\left\{\begin{aligned} u_{0,\,2t-2} &= f_{2t-1}\ (x-x_0,\ y-y_0) \\ u_{0,\,2t-1} &= f_{2t}\ (x-x_0,\ y-y_0) \\ u_{k,\,0} &= \tfrac{1}{2}\log\left\{(x-x_k)^2+(y-y_k)^2\right\} \\ u_{k,\,2t-1} &= \frac{f_{2t-1}\ (x-x_k,\ y-y_k)}{\left\{(x-x_k)^2+(y-y_k)^2\right\}^t} \\ u_{k,\,2t} &= \frac{f_{2t}\ (x-x_k,\ y-y_k)}{\left\{(x-x_k)^2+(y-y_k)^2\right\}^t} \\ &\quad t=1,\,2,\,3\ldots \text{ ad inf.} \\ &\quad k=1,\,2,\,3\ldots p \end{aligned}\right. \tag{23}$$

Je vais établir le théorème suivant: pour que l'expression (3) soit nulle identiquement, lorsque le point (x, y) varie. à l'extérieur du domaine (D), il est nécessaire et suffisant que l'on ait:

$$\iint_{(D)} \left\{ \frac{\partial (\Phi - u)}{\partial x} \frac{\partial u_{k,j}}{\partial x} + \frac{\partial (\Phi - u)}{\partial y} \frac{\partial u_{k,j}}{\partial y} \right\} dx\, dy = 0 \qquad (24)$$

$$k = 0, 1, 2, \ldots p.$$
$$j = 0, 1, 2, 3 \ldots \text{ ad inf.}$$

J'observe, à cet effet, que l'ensemble (D') des points du plan extérieurs au domaine (D) se compose de $p+1$ régions:

$$(R_0), (R_1) \ldots (R_p)$$

dont l'une (R_0) s'étend à l'infini et a la courbe (S_0) pour frontière. les autres représentant les portions du plan limitées respectivement par les courbes $(S_1), (S_2) \ldots (S_p)$.

Posons:

$$x - x_0 = \varrho \cos \theta, \; x' - x_0 = \varrho' \cos \theta'$$
$$y - y_0 = \varrho \sin \theta, \; y' - y_0 = \varrho' \sin \theta'$$

et bornons-nous à considérer les valeurs de ϱ vérifiant l'inégalité:

$$\varrho \geqq \varrho_0$$

en désignant par ϱ_0 une longueur supérieure au maximum de distance du point (x_0, y_0) à un point situé à l'intérieur du domaine (D) ou sur la frontière. Nous pourrons alors porter dans l'expression (3) la valeur suivante de $\log r$:

$$\log r = \log \varrho - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{\cos j\theta \cos j\theta' + \sin j\theta \sin j\theta'}{j} \left(\frac{\varrho'}{\varrho} \right)^j.$$

Voici alors le résultat que nous établirons avec la plus grande facilité: Pour que l'expression (3) soit nulle à l'extérieur du cercle (Σ_0) de centre (x_0, y_0) et de rayon ϱ_0. il faut et il suffit que celles des égalités (24) qui correspondent à la valeur zéro de k soient vérifiées. D'ailleurs, puisque l'expression (3) représente une fonction régulièrement harmonique des variables x, y dans la région (R_0), elle sera nulle dans toute cette région, si elle est nulle à l'extérieur du cercle (Σ_0). Donc, pour que l'expression (3) soit nulle dans (R_0). il faut et il suffit que la fonction u vérifie celles des relations (24) qui correspondent à la valeur zéro de l'indice k. On établirait d'une façon analogue ceci: pour que l'expression (3) soit nulle dans la

région (R_q), il faut et il suffit que la fonction u vérifie celles des relations (24) qui correspondent à la valeur q de l'indice k. Le théorème que nous voulions établir est donc démontré.

§ 12. D'après un théorème élémentaire de la théorie des ensembles dénombrables, nous pourrons mettre l'ensemble des fonctions (23) sous la forme d'une suite infinie:

(25) $$u_1,\ u_2,\ u_3 \ldots$$

en posant par exemple:

$$u_{(p+1)\,j+k} = u_{k,\,j}\,.$$

La suite (25) étant formée, définissons une nouvelle suite:

(26) $$v_1,\ v_2,\ v_3, \ldots$$

de fonctions harmoniques dans (D), en posant:

(27) $$\left\{\begin{aligned} & v_1 = c_{1,\,0} + c_{1,\,1}\ u_1 \\ & v_k = c_{k,\,0} + \sum_{t=1}^{k-1} c_{k,\,t}\ v_t + c_{k,\,k}\ u_k \qquad (k = 2, 3 \ldots) \end{aligned}\right.$$

où les c représentent des constantes qui devront satisfaire aux équations suivantes:

(28) $$\left\{\begin{aligned} & \int_{(S)} v_k\ ds = 0 \\ & -\int_{(S)} v_k \frac{dv_k}{dN}\ ds = 1 \end{aligned}\right. \qquad (k = 1, 2, 3 \ldots)$$

ainsi que:

$$\int v_t \frac{dv_k}{dN}\ ds = 0\,. \qquad \begin{pmatrix} k = 2, 3, 4, \ldots \\ t = 1, 2, 3, \ldots\ k-1 \end{pmatrix}$$

On reconnaît immédiatement que les équations précédentes sont compatibles et que, pour achever de déterminer complètement les c il suffit de fixer, au moyen d'une règle, quelconque d'ailleurs, les signes des constantes $c_{k,\,k}$, dont chacune sera sûrement différente de zéro.

On aura évidemment:

(29) $$\int_{(S)} v_j \frac{dv_k}{dN}\ ds = 0$$

sous l'unique condition:

$$j \neq k\,.$$

Après avoir établi quelques lemmes, nous démontrerons le théorème suivant:

Avec la restriction indiquée au § 3, toute fonction u, continue sur (S) et dans (D), harmonique à l'intérieur de ce domaine, est développable en une série procédant suivant les fonctions (26) et jouissant de toutes les propriétés énoncées au § 2.

§ 13. Il résulte des équations (27) et de ce que les constantes $c_{k,k}$ sont toutes différentes de zéro, qu'il existe entre les suites (25) et (26) la relation suivante: le terme d'un rang quelconque k de l'une quelconque de ces deux suites est une fonction linéaire à coefficients constants des k premiers termes de l'autre. Par conséquent l'ensemble des équations (24) est équivalent à l'ensemble des suivantes:

$$\iint\limits_{(D)} \left\{ \frac{\partial(\Phi - u)}{\partial x} \frac{\partial v_k}{\partial x} + \frac{\partial(\Phi - u)}{\partial y} \frac{\partial v_k}{\partial y} \right\} dx\, dy = 0. \quad (k=1,2,3,\ldots) \tag{30}$$

Donc, les équations précédentes constituent un ensemble de conditions nécessaires et suffisantes pour que l'expression (3) soit nulle identiquement lorsque le point (x, y) est situé à l'extérieur du domaine (D).

La proposition précédente va nous permettre de démontrer la suivante:

Si l'on pose:

$$\left.\begin{aligned} c_k &= -\int\limits_{(S)} \Phi \frac{dv_k}{dN}\, ds, \qquad (k=1,2,3,\ldots) \\ c_0 &= \frac{1}{S}\int\limits_{(S)} \Phi\, ds, \end{aligned}\right| \tag{31}$$

en désignant par S la longueur totale de la frontière du domaine (D), la série:

$$u = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k \tag{32}$$

sera uniformément convergente dans tout domaine intérieur (voir la note p. 127) au domaine (D) et la somme u de cette série sera une fonction harmonique à l'intérieur du domaine (D), admettant les mêmes valeurs périphériques que la fonction Φ.

§ 14. Pour étudier la série (32), nous aurons à nous appuyer sur les deux lemmes suivants:

Lemme I. Lorsqu'une fonction $f(x, y)$, admettant des dérivées premières continues à l'intérieur du domaine (D) et restant elle-même continue même sur la frontière (S) de ce domaine, vérifie la condition:

$$\int_{(S)} f\, ds = 0, \tag{33}$$

on a:

$$\int\int_{D} f^2\, dx\, dy \leqq L_1{}^2 \int\int_{D} \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy, \tag{34}$$

en désignant par L_1 une longueur dépendant uniquement de la nature géométrique du domaine (D) et en supposant évidemment que l'intégrale du second membre ait un sens.

Lemme II. Les hypothèses du lemme précédent étant conservées, on a encore:

$$\int_{(S)} f^2\, ds \leqq L_2 \int\int_{D} \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy. \tag{35}$$

où L_2 représente une longueur qui, comme la longueur L_1, dépend uniquement de la nature géométrique du domaine (D).

Démontrons d'abord le lemme I.

On sait qu'il existera [1]) toujours une fonction h parfaitement déterminée à une constante additive près, harmonique à l'intérieur du domaine (D), continue, même sur la frontière (S) de ce domaine et telle que l'on ait:

$$\frac{dh}{dN} = \sigma,$$

en désignant par σ une fonction continue donnée, définie sur (S), pourvu que l'on ait:

$$\int_{(S)} \sigma\, ds = 0.$$

[1]) On trouvera les résultats les plus généraux actuellement connus sur cette question dans mon mémoire: Les fonctions fondamentales de M. Poincaré et la méthode de Neumann pour une frontière composée de polygones curvilignes. (Journal de Mathématiques pures et appliquées, 1904)

Il existera donc une fonction ψ, parfaitement déterminée à une constante additive près, continue dans le domaine (D) et sur la frontière, vérifiant à l'intérieur de ce domaine l'équation:

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}+1=0$$

et satisfaisant à la frontière à l'équation:

$$\frac{d\psi}{dN}=\frac{T}{S}$$

en désignant par T l'aire du domaine (D) et par (S) la longueur totale de la frontière de ce domaine.

Cela posé, l'une des formes du théorème de Green donne:

$$\iint\limits_{(D)}\left\{\frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial\psi}{\partial x}+\frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial\psi}{\partial y}\right\}dx\,dy=A \tag{36}$$

en posant:

$$A=\iint\limits_{(D)}f\,.\,dx\,dy \tag{37}$$

et en tenant compte de la condition (33), ainsi que de la définition de la fonction ψ.

L'inégalité de M. Schwarz, appliquée à l'expression (36) de A donne:

$$A^2\leqq\iint\limits_{(D)}\left\{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2\right\}dx\,dy\iint\limits_{(D)}\left\{\left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)^2\right\}dx\,dy$$

ce qui peut s'écrire:

$$A^2\leqq L^4_3\iint\limits_{(D)}\left\{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2\right\}dx\,dy \tag{38}$$

en désignant par L_3 une longueur ne dépendant que de la nature géométrique du domaine (D).

Posons pour un moment:

$$f_1(x,y)=f(x,y)-\frac{A}{T} \tag{39}$$

en désignant par T l'aire totale du domaine (D). Nous aurons:

$$\iint\limits_{(D)}f_1\,(x,\,y)\,dx\,dy=0,$$

par conséquent:

$$\int\int f_1^2\, dx\, dy \leqq L_4^2 \int\int \left\{ \left(\frac{\partial f_1}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f_1}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy$$

en vertu d'un théorème dû à M. Stekloff[1]. Portons dans l'inégalité précédente la valeur (39) de la fonction $f_1(x, y)$; il viendra:

$$\int\int_D f^2\, dx\, dy - \frac{A^2}{T} \leqq L_4^2 \int\int_D \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy;$$

il ne reste plus qu'à se reporter à l'inégalité (38) et à poser:

$$L_1^2 = L_4^2 + \frac{L_3^4}{T}$$

pour déduire de l'inégalité obtenue, l'inégalité (34) qu'il s'agissait précisément de démontrer.

Pour établir le second lemme, observons qu'il existe une longueur L_5 et un nombre n qui dépendent uniquement de la nature du domaine (D), tels que l'on ait:

$$\int f^2\, ds < n L \left\{ \int\int_D \left\{ \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy + \frac{1}{L^2} \int\int_D f^2\, dx\, dy \right\}$$

pourvu que la longueur L vérifie l'inégalité[2]):

$$L \geqq L_5 .$$

Posons en particulier:

$$L = L_5$$

et reportons-nous à l'inégalité (34); nous trouverons sans peine que l'inégalité (35) sera sûrement vérifiée en définissant la longueur L_2 au moyen de la formule suivante:

$$L_2 = n L_5 \left\{ 1 + \frac{L_1^2}{L_5^2} \right\}.$$

[1]) Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, 2-e série, T. II, p. 294. A la vérité M. Stekloff considère le cas de 3 variables indépendantes, mais il est évident que la même méthode est applicable aux fonctions de deux variables.

[2]) On trouvera la démonstration de cette proposition pour les fonctions de trois variables indépendantes dans mon mémoire: „Sur les fonctions dites fondamentales dans la théorie des équations de la Physique“ (Bulletin de l'Académie de Cracovie, Février 1901); voir en particulier l'inégalité (16) p. 116 de ce mémoire. On reconnaitra de suite que la même méthode est applicable aux fonctions de deux variables.

Nos deux lemmes sont donc établis.

§ 15. En entreprenant l'étude de la série (32), nous commencerons par faire usage d'un raisonnement dont la première idée semble être due à M. de la Vallée Poussin et dont divers auteurs, en particulier M. Liapounoff et surtout M. Stekloff, se sont servi dans de nombreuses questions avec le plus grand succès.

Les constantes c étant définies au moyen des formules (31), posons:

$$\psi_n = \Phi - \sum_{k=1}^{n} c_k v_k .$$

Une application facile du théorème de Green nous donnera:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \psi_k}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \psi_k}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy = $$
$$= \int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy - \sum_{k=1}^{n} c_k^2,$$

en tenant compte des relations (28) et (29). Donc, quelque valeur positive qu'ait l'entier n, on aura:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy \geqq \sum_{k=1}^{n} c_k^2 .$$

Par conséquent la série:

$$\sum_{k=1}^{\infty} c_k^2 \tag{40}$$

est convergente et l'on a:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy \geqq \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2 . \tag{41}$$

Posons:

$$w_{n,p} = \sum_{k=n}^{n+p} c_k v_k . \tag{42}$$

A cause des relations (28) et (29), nous aurons:

$$\int\int_{(D)} \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial y}\right)^2 \Big\} dx\, dy = \sum_{k=n}^{n+p} c_k^2 . \tag{43}$$

Par conséquent, puisque la série (40) est convergente, l'intégrale

précédente tendra vers zéro, lorsque l'entier n croîtra indéfiniment et cela uniformément de quelque façon que varie l'entier positif p. Il résulte de là immédiatement qu'il en sera de même de chacune des deux intégrales suivantes:

$$(44) \qquad \int\int_{(D)} \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial x}\right)^2 dx\,dy \quad \text{et} \quad \int\int_{(D)} \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial y}\right)^2 dx\,dy\,;$$

en outre, puisque l'on a:

$$\int_{(S)} w_{n,p}\, ds = 0\,,$$

comme cela résulte des relations (28) et (42), et puisque pour cette raison, le Lemme I du § précédent est applicable à la fonction $w_{n,p}$, il est clair que l'intégrale:

$$(45) \qquad \int\int_{(D)} w_{n,p}^2\, dx\,dy$$

tendra aussi uniformément vers zéro lorsque l'entier n croîtra indéfiniment, de quelque façon que varie en même temps l'entier positif p.

§ 16. Le théorème que j'ai démontré au § 5 de mon mémoire: „Sur l'intégration de l'équation biharmonique“ (*Bulletin de l'Académie de Cracovie,* Janvier 1908) permet de tirer de la propriété précédente de l'intégrale (45) la conclusion suivante:

La série:

$$\sum_{k=1}^{\infty} c_k\, v_k$$

et par conséquent la série (32) sont uniformément convergentes dans tout domaine intérieur au domaine (D). Donc, en vertu de théorèmes classiques, la fonction u, somme de la série (32), vérifie l'équation de Laplace à l'intérieur du domaine (D) et, à l'intérieur de ce domaine, la série considérée est dérivable terme à terme; on a donc en particulier:

$$(46) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial y} \end{aligned} \right.$$

les séries des seconds membres étant uniformément convergentes dans tout domaine intérieur au domaine (D).

Envisageons de nouveau ce fait que l'intégrale (45) converge vers zéro dans les conditions dites plus haut et considérons en outre les propriétés analogues des intégrales (44).

En se reportant au § 6 du mémoire cité au début du paragraphe actuel, on arrivera immédiatement aux conclusions suivantes: Les intégrales:

$$\iint\limits_{(D)} u^2\, dx\, dy\,, \iint\limits_{(D)} \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 dx\, dy, \iint\limits_{(D)} \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 dx\, dy \tag{47}$$

ont des valeurs finies et, si l'on pose:

$$u_n = c_0 + \sum_{k=1}^{n} c_k\, v_k\,, \tag{48}$$

on a:

$$\left.\begin{aligned} &\lim_{n=\infty} \iint\limits_{(D)} (u-u_n)^2\, dx\, dy = 0 \\ &\lim_{n=\infty} \iint\limits_{(D)} \left(\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial u_n}{\partial x}\right)^2 dx\, dy = 0 \\ &\lim_{\infty=n} \iint\limits_{(D)} \left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial u_n}{\partial y}\right)^2 dx\, dy = 0\,. \end{aligned}\right\} \tag{49}$$

Par conséquent si l'on désigne par F une fonction quelconque à cela près que l'intégrale:

$$\iint\limits_{(D)} F^2\, dx\, dy$$

ait un sens, on aura:

$$\iint\limits_{(D)} u\, F\, dx\, dy = c_0 \iint\limits_{(D)} F\, dx\, dy + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint\limits_{(D)} v_k\, F\, dx\, dy \tag{50}$$

ainsi que:

$$\left.\begin{aligned} \iint\limits_{(D)} \frac{\partial u}{\partial x} F\, dx\, dy &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint\limits_{(D)} \frac{\partial v_k}{\partial x}\, F\, dx\, dy \\ \iint\limits_{(D)} \frac{\partial u}{\partial y} F\, dx\, dy &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint\limits_{(D)} \frac{\partial v_k}{\partial y}\, F\, dx\, dy\,. \end{aligned}\right\} \tag{51}$$

Si chacune des intégrales:

$$\iint\limits_{(D)} \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 dx\,dy \quad \text{et} \quad \iint\limits_{(D)} \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 dx\,dy$$

avait un sens, on aurait évidemment:

(52) $$\iint\limits_{(D)} \left\{\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial y}\right\} dx\,dy = \\ = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint\limits_{(D)} \left\{\frac{\partial v_k}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial v_k}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial y}\right\} dx\,dy.$$

§ 17. Il est très aisé maintenant de démontrer le théorème énoncé à la fin du § 13.

En effet, il est évidemment permis de poser:

$$F = v_k$$

dans l'identité (52); on trouve de cette façon:

(53) $$\iint\limits_{(D)} \left\{\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v_k}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v_k}{\partial y}\right\} dx\,dy = c_k,$$

en tenant compte des relations (28) et (29). D'autre part, en vertu des équations (31), on a:

$$\iint\limits_{(D)} \left\{\frac{\partial \Phi}{\partial x}\frac{\partial v_k}{\partial x} + \frac{\partial \Phi}{\partial y}\frac{\partial v_k}{\partial y}\right\} dx\,dy = c_k.$$

Par conséquent la fonction u, somme de la série (32), satisfait à l'ensemble des équations (30). D'ailleurs, puisque les intégrales (47) sont finies, il en sera de même de l'intégrale:

$$\iint\limits_{(D)} \left\{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right\} dx\,dy.$$

Donc, en vertu du théorème énoncé au § 6 (p. 132), la fonction u vérifie l'équation (4). Il nous reste seulement à établir que la constante qui entre dans cette relation est nulle dans le cas actuel. A cet effet, considérons la fonction ψ introduite au § 14; elle est définie, on se le rappelle, de la façon suivante: à l'intérieur du domaine (D) on a:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + 1 = 0;$$

et sur la frontière:

$$\frac{d\psi}{dN} = \frac{T}{S}$$

où T et S représentent l'aire du domaine (D) et la longueur totale de la frontière.

Posons:

$$F = \psi$$

dans l'identité (52); une application facile du théorème de Green et les premières des relations (28) nous donneront:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial \psi}{\partial y} \right\} dx\, dy = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int\int_{(D)} v_k\, dx\, dy\, .$$

D'ailleurs nous nous sommes assurés tout à l'heure que la fonction u satisfait à l'équation (4); elle admet donc des valeurs périphériques déterminées définissant sur (S) une fonction continue. Par conséquent nous pouvons, au moyen du théorème de Green, mettre le premier membre de l'équation précédente sous la forme suivante:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial \psi}{\partial y} \right\} dx\, dy = -\frac{T}{S}\int_{(S)} u\, ds + \int\int_{(D)} u\, dx\, dy\, .$$

Nous avons donc:

$$-\frac{T}{S}\int_{(S)} u\, ds + \int\int_{(D)} u\, dx\, dy = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int\int_{(D)} v_k\, dx\, dy\, .$$

Or, en posant $F = 1$ dans l'égalité (50), on trouve:

$$\int\int_{(D)} u\, dx\, dy = c_0\, T + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int\int_{(D)} v_k\, dx\, dy\, .$$

Nous avons donc:

$$\int_{(S)} u\, ds = c_0\, .\, S\, . \tag{54}$$

Portons dans cette égalité la valeur (31) de c_0; il viendra:

$$\int_{(S)} u\, ds = \int_{(S)} \Phi\, ds$$

ce qui prouve que la différence constante des valeurs périphériques des fonctions u et Φ est nulle. Le théorème énoncé à la fin du § 13 est donc démontré.

§ 18. Dans ce paragraphe, nous nous écarterons du sujet propre de ce travail pour mettre en évidence une conséquence intéressante des résultats obtenus précédemment.

Les intégrales (47) étant finies, il est permis de remplacer la fonction F dans l'égalité (52) par la fonction u; nous trouverons:

$$(55) \qquad \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\,dy = \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2,$$

en vertu de (53).

Rapprochons cette relation, déjà intéressante en elle-même, de l'inégalité (41). Nous reconnaîtrons que l'on a:

$$(56) \quad \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\,dy \geqq \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\,dy.$$

Cette relation exprime le théorème suivant: désignons par (E) l'ensemble des fonctions, continues dans (D) et sur (S), dont les valeurs sur (S) coïncident avec celles d'une fonction continue déterminée, définie sur (S); s'il existe dans l'ensemble (E) des fonctions P admettant des dérivées premières continues à l'intérieur du domaine (D) et telles que l'intégrale:

$$\iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial P}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\,dy$$

reste finie, il existera dans l'ensemble E une fonction u (nécessairement harmonique à l'intérieur du domaine (D)) telle que, pour $P = u$, l'intégrale précédente atteigne exactement sa borne inférieure.

Ce théorème constitue le Principe de Dirichlet, il est donc connu depuis longtemps mais, comme l'a justement fait observer M. Lebesgue[1], qui paraît être le premier à en avoir donné une démonstration rigoureuse, la démonstration classique n'est nullement probante même si l'on considère la possibilité du Problème de Dirichlet comme préalablement démontrée. Il n'était donc

[1]) Sur le Problème de Dirichlet. Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, 1907.

pas sans intérêt de faire remarquer que le théorème précédent est une conséquence immédiate des considérations développées plus haut.

§ 19. Revenons à la série (32) (p. 141). Par la propriété qu'exprime l'égalité (50), cette série se rapproche d'une série uniformément convergente dans le domaine (D). Je vais démontrer que la série considérée, bien qu'elle puisse même être divergente sur (S), jouit cependant, par rapport à (S), d'une propriété analogue à la précédente.

Posons:

$$u = c_0 + \sum_{k=1}^{n} c_k v_k + R_n . \tag{57}$$

Nous savons (§ 17) que la fonction u admet des valeurs périphériques (égales à celle de la fonction Φ) définissant une fonction continue sur (S). Convenons de définir les valeurs de u sur (S) comme égales à ses valeurs périphériques. Dans ce cas la fonction u sera une fonction continue dans (D) et même sur (S). Par conséquent il en sera de même de la fonction R_n. Nous pouvons donc sûrement écrire:

$$\int_{(S)} u\, ds = c_0 \int_{(S)} ds + \sum_{k=1}^{n} c_k \int_{(S)} v_k\, ds + \int_{(S)} R_n\, ds$$

d'où:

$$\int_{(S)} u\, ds = c_0 \,.\, S + \int_{(S)} R_n\, ds$$

en vertu des équations (28) et de la définition du symbole S. L'équation précédente, combinée avec (54), donne:

$$\int_{(S)} R_n\, ds = 0 \,.$$

Cela nous permet d'appliquer à la fonction R_n le Lemme II du § 14. Nous aurons donc:

$$\int_{(S)} R_n^2\, ds \leqq L_2 \int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial R_n}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_n}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy .$$

Or, les relations (48), (49) et (57) donnent:

$$\lim_{n=\infty} \int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial R_n}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_n}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy = 0 \,.$$

Par conséquent:

$$\lim_{n=\infty} \int_{(S)} R_n^2 \, ds = 0 .$$

On conclura immédiatement de cette relation et de la relation (57) que l'on a:

$$(58) \qquad \int_{(S)} u \, \sigma \, ds = c_0 \int_{(S)} \sigma \, ds + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int_{(S)} v_k \, \sigma \, ds$$

en désignant par σ une fonction arbitraire à cela près que l'intégrale:

$$\int \sigma^2 \, ds$$

ait une valeur finie et bien déterminée. L'égalité (58) exprime précisément, par rapport à la série (32), la propriété que nous avions en vue.

§ 20. Il suffit de rapprocher le théorème énoncé à la fin du § 13 (p. 141) et démontré au § 17, de ce qui a été établi au § 5 (p. 131) pour reconnaître que, comme nous l'avons énoncé à la fin du § 12, toute fonction u harmonique à l'intérieur du domaine (D) et dont les valeurs périphériques satisfont à la condition énoncée au § 3 est développable de la façon indiquée au § 2 en une série procédant suivant les fonctions (26) définies par les équations (27). La série précédente peut n'être pas uniformément convergente à l'intérieur du domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine; elle pourrait même être divergente, mais comme cela résulte des égalités (50) et (58), elle se comporte, sous certains rapports, comme si elle était uniformément convergente dans (D) et sur (S). En outre, ainsi que cela résulte des égalités (51), les séries, déduites de la série considérée au moyen d'une simple dérivation par rapport à l'une des variables x ou y, se rapprochent, au même titre que la série primitive elle-même, des séries uniformément convergentes dans le domaine (D).

Enfin, puisque, comme cela résulte de tout ce qui précède, l'intégrale:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx \, dy$$

est **finie** pour une fonction harmonique dans (D), telle que ses valeurs périphériques satisfassent à la condition du § 3 et telle par conséquent qu'en vertu de la théorie que nous avons exposée, elle puisse être représentée par une série de la forme:

$$c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k ,$$

on voit que la condition du § 3 équivaut à la suivante:

La fonction u continue dans (D) et sur (S) doit être telle que l'intégrale:

$$\int\int_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy$$

soit finie.

En résumé, pour ce qui concerne le cas d'un domaine **borné** défini dans le plan, tous les résultats annoncés dans l'Introduction sont établis.

§ 21. Il nous reste à examiner le cas où le domaine (D) ne serait pas borné. Ce cas peut, comme nous l'avons dit déjà, se ramener au moyen d'une inversion, à celui qui a été étudié dans les paragraphes précédents. La réduction dont nous venons de parler deviendra intuitive après avoir pris connaissance de quelques remarques qui concernent, d'une façon générale, le groupe des transformations conformes dans le plan.

Tout d'abord on vérifie immédiatement que les intégrales doubles telles que les suivantes:

$$\int\int \left\{ \frac{\partial P}{\partial x}\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial y}\frac{\partial Q}{\partial y} \right\} dx\, dy \quad \text{et} \quad \int P \left\{ \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial y^2} \right\} dx\, dy \qquad (59)$$

ainsi que les intégrales curvilignes de la forme:

$$\int P \frac{dQ}{dN} ds \qquad (60)$$

représentent, par rapport au groupe des transformations conformes, des **invariants intégraux**[1]).

[1]) C'est M. **Żorawski** le premier qui, dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Cracovie, le 1-er avril 1895, a développé la théorie générale des invariants intégraux au point de vue de la théorie des groupes de trans-

Cela posé, supposons que les équations:

$$(61)\qquad \begin{cases} x' = \varphi(x, y) \\ y' = \psi(x, y) \end{cases}$$

définissent une représentation conforme de deux domaines (D) et (D') l'un sur l'autre. Nous admettrons bien entendu que la correspondance entre les points (x, y) du domaine (D') et les points (x', y') du domaine (D') soit univoque et réciproque et nous supposerons en outre que le déterminant fonctionnel:

$$\frac{D(\varphi, \psi)}{D(x, y)}$$

ne devienne ni nul ni infini en aucun point de la frontière, enfin nous admettrons encore que chacun des domaines (D) et (D') satisfasse aux conditions générales du § 3. Nous désignerons par (S) la frontière du domaine (D) et par (S') celle du domaine (D').

Cela posé supposons que l'on connaisse une suite infinie:

$$(62)\qquad v_1',\ v_2',\ v_3' \ldots$$

de fonctions des variables x' et y', continues à l'intérieur du domaine (D') et sur la frontière (S') de ce domaine, harmoniques à l'intérieur du domaine considéré et, si ce domaine n'était pas borné, régulières à l'infini. Supposons de plus que les quantités:

$$\frac{dv'_k}{dN'};$$

où $\frac{d}{dN'}$ représente le symbole de la dérivation suivant la normale à (S'), existent et varient continuement avec la position du pied de la normale à laquelle elles se rapportent. Enfin supposons que les fonctions (62) jouissent des propriétés suivantes:

1° On a:

$$(62)\qquad -\int_{(S')} v'_i \frac{dv'_i}{dN'}\, ds' = \int\!\!\int_{(D')} \left\{ \left(\frac{dv'_i}{dx'}\right)^2 + \left(\frac{dv'_i}{dy'}\right)^2 \right\} dx'\, dy' = 1.$$

2° L'inégalité:

$$j \neq k$$

formations. La notion de ces invariants est, on le sait, due à M. Poincaré qui en a donné de belles applications au problème de trois corps.

entraîne la suivante:

$$\int_{(S)} v'_k \frac{dv'_j}{dN'} ds' = 0. \tag{63}$$

3⁰ Toute fonction u' des variables x' et y', continue dans (D') et sur (S'), harmonique à l'intérieur du domaine (D'), régulière à l'infini au cas où le domaine (D') ne serait pas borné, vérifiant en outre quelque condition (C) d'ordre général, invariante par rapport au groupe des transformations conformes et pouvant par conséquent consister en ce que l'intégrale:

$$\iint_{(D')} \left\{ \left(\frac{\partial u'}{\partial x'}\right)^2 + \left(\frac{\partial u'}{\partial y'}\right)^2 \right\} dx'\, dy' \tag{64}$$

soit finie, peut être représentée par une série à coefficients constants de la forme:

$$u' = c'_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c'_k v'_k, \tag{65}$$

série convergente uniformément à l'intérieur de tout domaine intérieur au domaine (D'), pouvant être divergente sur la frontière (S') de ce domaine, mais telle cependant que l'on ait:

$$\lim_{n=\infty} \int_{(S')} \left\{ u' - \left(c'_0 + \sum_{k=1}^{n} c'_k v'_k \right) \right\}^2 ds' = 0\,. \tag{66}$$

Connaissant les valeurs périphériques de la fonction u', il serait évidemment aisé de calculer les coefficients de la série (65).

En effet les relations (62) et (63), eu égard à (66), donneront:

$$c'_k = -\int_{(S')} u' \frac{dv'_k}{dN} ds'; \quad (k = 1, 2, 3, \ldots) \tag{67}$$

en outre, on aurait, pour calculer c_0, l'équation suivante:

$$\int_{(S')} u'\, ds' = c'_0 \,.\, S' + \sum_{k=1}^{\infty} c'_k \int v'_k\, ds' \tag{68}$$

où S' représente la longueur totale de la frontière du domaine (D').

Si l'on changeait chacune des fonctions v'_k en:

$$v'_k - \frac{1}{S'} \int_{(S)} v'_k\, ds'\,,$$

les nouvelles expressions des fonctions v'_k jouiraient évidemment de toutes les propriétés précédentes, les formules (67) subsisteraient évidemment sans aucun changement, mais l'équation (68) prendrait la forme plus simple que voici:

$$\int_{(S')} u' \, ds' = c_0 \, . \, S'$$

puisque l'on aurait alors:

$$(69) \qquad \int_{(S')} v'_k \, ds' = 0 \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

Considérons maintenant une fonction u des variables (x, y) continue dans le domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine, harmonique à l'intérieur du domaine en question, régulière à l'infini au cas où le domaine (D) ne serait pas borné, vérifiant en outre la condition invariante (C) que nous supposerons, pour fixer les idées, se réduire à ce que l'intégrale:

$$(70) \qquad \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx \, dy$$

ait un sens.

Désignons par u' la fonction des variables x' et y' obtenue en substituant dans l'expression de la fonction u les variables x' et y' aux variables x et y au moyen des équations (61). La fonction u' sera évidemment continue à l'intérieur du domaine (D') et sur la frontière (S') de ce domaine, elle sera harmonique à l'intérieur de (D') et, si ce domaine n'était pas borné, régulière à l'infini; enfin, à cause de l'invariance des intégrales (59) par rapport aux groupes des transformations conformes, l'intégrale (64) aura une valeur finie égale à celle de l'intégrale (70). Par conséquent la fonction u' pourra être représentée par la série (66). Revenons aux variables (x, y). Les fonctions v'_k se transformeront en des fonctions v_k des variables x et y. Les fonctions v_k seront évidemment continues dans (D) et sur (S), elles seront harmoniques à l'intérieur du domaine (D) et, si ce domaine n'était pas borné, régulières à l'infini; de plus les quantités $\frac{dv_k}{dN}$ existeront et varieront continuement avec la position du pied de la normale correspondante. En outre, à cause de

l'invariance des intégrales (59) et (60), on aura, comme pour les fonctions v'_k:

$$-\int_{(S)} v_k \frac{dv_k}{dN} ds = \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial v_k}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v_k}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy = 1$$

ainsi que:

$$\int_{(S)} v_k \frac{dv_j}{dN} ds = 0; \quad \text{pour } j \neq k;$$

enfin on aura:

$$u = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k \tag{71}$$

avec:

$$c_k = c'_k \quad {\scriptstyle (k=1,\,2,\,\ldots)}$$

la série étant uniformément convergente dans tout domaine intérieur au domaine (D). Toutefois il n'est pas évident que l'on ait:

$$\lim_{n=\infty} \int_{(S)} \left\{ u - \left(c_0 + \sum_{k=1}^{n} c_k v_k \right) \right\}^2 ds = 0 \tag{72}$$

puisque, par rapport à la transformation considérée, les intégrales de la forme:

$$\int_{(S')} F\, ds'$$

ne sont pas invariantes. Il est aisé cependant de s'assurer que l'équation (72) sera sûrement vérifiée. En effet, nous avons:

$$\int_{(S')} \left\{ u' - \left(c'_0 + \sum_{k=1} c'_k\, v'_k \right) \right\}^2 ds' = \int_{(S)} \lambda \left\{ u - \left(c_0 + \sum_{k=1}^{n} c_k v_k \right) \right\}^2 ds$$

en désignant par λ une fonction continue, différente de zéro et évidemment positive. Désignons par λ_0 le minimum absolu de λ. L'égalité précédente nous donnera:

$$\int_{(S)} \left\{ u - \left(c_0 + \sum_{k=1}^{n} c_k v_k \right) \right\}^2 ds \leqq \frac{1}{\lambda_0} \int_{(S')} \left\{ u' - \left(c'_0 + \sum_{k=1}^{n} c'_k v'_k \right) \right\}^2 ds'.$$

Donc l'équation (66) entraîne (72), laquelle par conséquent sera bien vérifiée.

Il résulte de ce qui précède que les v_k jouiront, par rapport au

domaine (D), du même ensemble de propriétés dont jouissent par hypothèse les v'_k par rapport au domaine (D'). On aura en particulier:

$$c_k = -\int_{(S)} u \frac{dv_k}{dN}\, ds \quad (k = 1, 2, 3, \ldots)$$

et si, en se reportant à une remarque faite plus haut au sujet des v'_k, on modifie les v_k en leur ajoutant des constantes telles que les fonctions modifiées vérifient les équations:

$$\text{(73)} \qquad \int v_k\, ds = 0 \quad (k = 1, 2, 3, \ldots),$$

on aura encore:

$$c_0 = \frac{1}{S} \int_{(S)} u\, ds$$

en désignant par S la longueur totale de la frontière du domaine (D).

§ 22. Passons à l'application des considérations générales précédentes.

Le domaine (D) n'étant pas borné, la frontière se composera de $p + 1$ courbes fermées:

$$(S_0),\ (S_1), \ldots (S_p).$$

n'ayant pas de points communs et le domaine (D) lui-même sera formé par l'ensemble des points extérieurs aux portions de plan limitées par ces courbes.

Transformons le domaine (D) par rayons-vecteurs réciproques en plaçant le pôle d'inversion O en un point situé à l'intérieur de la portion de plan limitée par l'une des courbes précédentes, soit (S_0).

Désignons par (D') le transformé du domaine (D). A cause du choix du pôle d'inversion, le domaine (D') sera borné et pour ce domaine, nous pourrons former des fonctions v'_k de la nature considérée au paragraphe précédent suivant la règle du § 12.

Cela posé envisageons le domaine (D_0) et la fonction Φ_0 considérés dans l'Introduction au § 3. Les transformés (D'_0) et (Φ'_0) du domaine (D_0) et de la fonction Φ_0 seront évidemment des éléments qui, par rapport au domaine (D') seront ce que sont (D_0) et (Φ_0) par rapport au domaine donné (D) lui-même.

D'ailleurs si les valeurs périphériques d'une fonction u, harmonique dans (D) et régulière à l'infini, coïncident avec celles de Φ_0,

les valeurs périphériques de la transformée u' de la fonction u coïncideront avec celles de la fonction Φ'_0. Par conséquent la fonction u' sera développable en une série de la forme (65) et cette série jouira des propriétés énoncées au paragraphe précédent. Si donc les v_k représentent les transformées des v'_k, la fonction u sera développable en une série de la forme (71), dans les conditions exposées au paragraphe précédent. On pourra d'ailleurs, comme nous l'avons expliqué, modifier les v_k de façon que les équations (73) soient vérifiées.

Il est aisé de voir comment on pourra former les v_k directement sans former d'abord les v'_k. On reconnaît sans peine que la règle correspondante peut être énoncée de la façon suivante:

On choisira à l'intérieur de chacune des courbes (S_k), et par conséquent à l'extérieur du domaine (D), arbitrairement un point (x_k, y_k) et l'on envisagera les polynômes définis par les équations:

$$f_{2t-1}(x, y) = \frac{1}{2}\left\{(x+iy)^t + (x-iy)^t\right\}$$

$$f_{2t}(x, y) = \frac{1}{2i}\left\{(x+iy)^t - (x-iy)^t\right\}$$

où i représente l'unité imaginaire. On définira ensuite les fonctions $u_{k,j}$ au moyen des formules suivantes:

$$u_{0,\,2t-2} = \frac{f_{2t-1}(x-x_0,\, y-y_0)}{\{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2\}^t},$$

$$u_{0,\,2t-1} = \frac{f_{2t}(x-x_0,\, y-y_0)}{\{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2\}^t},$$

$$u_{k,\,0} = \log\frac{(x-x_k)^2+(y-y_k)^2}{(x-x_0)^2+(y-y_0)^2},$$

$$u_{k,\,2t-1} = \frac{f_{2t-1}(x-x_k,\, y-y_k)}{\{(x-x_k)^2+(y-y_k)^2\}^t},$$

$$u_{k,\,2t} = \frac{f_{2t}(x-x_k,\, y-y_k)}{\{(x-x_k)^2+(y-y_k)^2\}^t},$$

$$\begin{pmatrix} t = 1, 2, 3\ldots \text{ ad inf.} \\ k = 1, 2, 3\ldots p \end{pmatrix}$$

puis, on rangera les $u_{k,j}$ dans un certain ordre (d'ailleurs quelconque) de façon à former avec ces fonctions une suite infinie:

$$u_1, u_2, u_3 \ldots$$

enfin on combinera les termes de cette suite, exactement comme au § 12 (p. 140), pour former les v_k.

Nous avons démontré que toute fonction u, harmonique à l'intérieur du domaine (D) et vérifiant la condition énoncée au § 3, est développable en une série de la forme (71), les v_k étant formés suivant la règle qui vient d'être donnée. Cela posé, il suffit de raisonner comme nous l'avons fait à la fin du § 20, pour reconnaître que dans le cas actuel la condition du § 3 équivaut à la suivante: la fonction u continue dans (D) et sur (S), harmonique à l'intérieur du domaine (D) et régulière à l'infini doit être telle que l'intégrale:

$$\iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy$$

ait une valeur finie.

§ 23. Montrons que, lorsque la fonction u vérifie la condition précédente, la série (71) ainsi que les séries:

$$(74) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial y} \end{aligned} \right.$$

se rapprochent, comme dans le cas d'un domaine borné, de séries uniformément convergentes dans le domaine (D), en outre, la série (71), bien qu'elle puisse ne pas converger sur (S), est cependant, encore comme dans le cas d'un domaine borné, analogue à une série convergente et même convergente uniformément sur (S).

La justification de la dernière partie de l'assertion précédente est immédiate: en effet, à cause de l'équation (72), on aura, comme si la série (71) convergeait uniformément sur (S), la relation suivante:

$$\int_{(S)} u\,\sigma\, ds = c_0 \int_{(S)} \sigma\, ds + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int_{(S)} v\,\sigma\, ds$$

en désignant par σ une fonction définie sur (S) et quelconque à cela près que l'intégrale:

$$\int \sigma^2\, ds$$

ait un sens.

Posons:

$$R_n = u - \left(c_0 + \sum_{k=1}^{n} c_k v_k\right). \tag{75}$$

Il suffit de se reporter à la façon dont nous avons établi la possibilité du développement (71) de la fonction u pour reconnaître que l'on a:

$$\lim_{n=\infty} \iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial R_n}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_n}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy = 0. \tag{76}$$

Donc, si l'on désigne par F une fonction quelconque à cela près que l'intégrale:

$$\iint_{(D)} F^2\, dx\, dy \tag{77}$$

ait un sens, on aura:

$$\iint_{(D)} \frac{\partial u}{\partial x} F\, dx\, dy = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint_{(D)} \frac{\partial v_k}{\partial x} F\, dx\, dy \tag{77}$$

ainsi qu'une équation analogue relative à la seconde des séries (74): cela rapproche ces séries des séries uniformément convergentes dans le domaine (D). Il résulte des relations précédentes, remarquons le en passant, que l'on a:

$$\iint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \right\} dx\, dy = \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2.$$

Il me reste à démontrer que l'on aura:

$$\iint_{(\Omega)} u F\, dx\, dy = c_0 \iint_{(\Omega)} F\, dx\, dy + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint_{(\Omega)} v_k F\, dx\, dy \tag{78}$$

en désignant par (Ω) une portion bornée et quarrable quelconque du domaine (D), pourvu que l'intégrale:

$$\iint_{(\Omega)} F^2\, dx\, dy$$

ait un sens.

Pour démontrer la relation (78), décrivons d'un point quelconque comme centre un cercle (Σ) de rayon assez grand pour que tout le domaine (Ω) ainsi que la frontière (S) du domaine (D) soient intérieurs à ce cercle. Tous les points de la circonférence du cercle

(Σ) seront intérieurs au domaine (D). Par conséquent, sur cette circonférence la série (71) sera uniformément convergente. En tenant compte de cela et en se reportant aux équations (72) et (75), on reconnaît immédiatement que l'on a:

$$\lim_{n=\infty} \int_{(S+\Sigma)} R_n^2 \, ds = 0, \tag{79}$$

en désignant par $(S+\Sigma)$ la frontière du domaine (D_1) formé par l'ensemble de ceux des points du domaine (D) qui sont intérieurs au cercle (Σ).

Posons:

$$W_n = R_n + B_n$$

en désignant par B_n une constante telle que l'on ait:

$$\int_{(S+\Sigma)} W_n \, ds = 0 \tag{81}$$

et reportons-nous au Lemme I du § 14. Nous aurons:

$$\iint_{(D_1)} W_n^2 \, dx \, dy \leqq l^2 \iint_{(D_1)} \left\{ \left(\frac{\partial R_n}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial R_n}{\partial y} \right)^2 \right\} dx \, dy$$

en désignant par l une longueur dépendant uniquement de la nature géométrique du domaine (D_1). Donc, à cause de (76) et parce que le domaine (D_1) n'est qu'une partie du domaine (D), on a:

$$\lim_{n=\infty} \iint_{(D_1)} W_n^2 \, dx \, dy = 0. \tag{82}$$

Or, il résulte de (79) que la valeur de B_n tirée de (81) vérifie la condition:

$$\lim_{n=\infty} B_n = 0.$$

Par conséquent l'équation (82) nous donnera:

$$\lim_{n=\infty} \iint_{(D_1)} R_n^2 \, dx \, dy = 0$$

en tenant compte de ce que le domaine (D_1) est borné. Mais le domaine (Ω) n'est qu'une partie du domaine (D_1).

Donc, a fortiori, on a:

$$\lim_{n=\infty} \iint_{(\Omega)} R_n^2 \, dx \, dy = 0;$$

relation qui entraîne évidemment la relation (78) que nous voulions établir.

En résumé les résultats annoncés dans l'introduction, précédemment justifiés dans le cas d'un domaine borné à deux dimensions. le sont actuellement aussi pour un domaine à deux dimensions. non borné.

III. Le cas de l'espace.

§ 24. En principe, la méthode du chapitre précédent est applicable au cas où le domaine (D) est à trois dimensions. mais les intégrales de la forme:

$$\iiint \left\{ \frac{\partial P}{\partial x}\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial y}\frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial P}{\partial z}\frac{\partial Q}{\partial z} \right\} dx\, dy\, dz$$

n'étant pas, comme les intégrales doubles analogues. invariantes dans l'inversion. il n'y a plus avantage à ramener le cas d'un domaine non borné au cas d'un domaine borné au moyen de cette transformation. Il est au contraire préférable de traiter chacun de ces cas directement.

§ 25. On reconnaît avec la plus grande facilité que la remarque présentée au § 5 (p. 131) s'étend immédiatement à l'espace. En effectuant cette extension, de manière à ne pas écarter le cas d'un domaine non borné, on arrive aisément à l'énoncé suivant:

Etant donné une fonction Φ_0, de la nature considérée dans l'Introduction, au § 3, il est toujours possible de définir une fonction Φ, continue dans tout le domaine (D) et sur la frontière (S) de ce domaine, admettant sur (S) les mêmes valeurs que la fonction Φ_0, possédant dans le voisinage de tout point intérieur au domaine (D) des dérivées premières continues. telle que l'intégrale:

$$\iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz \tag{1}$$

ait une valeur finie et bien déterminée, vérifiant enfin, au cas où le domaine (D) ne serait pas borné, la condition additionnelle que les produits:

$$\left.\begin{array}{c} \sqrt{x^2+y^2+z^2}\,.\,\Phi,\ (x^2+y^2+z^2)\dfrac{\partial \Phi}{\partial x},\ (x^2+y^2+z^2)\dfrac{\partial \Phi}{\partial y}, \\ (x^2+y^2+z^2)\dfrac{\partial \Phi}{\partial z} \end{array}\right\} \tag{2}$$

restent bornés pour:

$$x^2+y^2+z^2 \geqq l^2$$

en désignant par l une longueur finie assez grande [1]).

§ 26. Le théorème du § 6, étendu à l'espace et énoncé de façon à être applicable aussi bien au cas où le domaine (D) serait borné qu'à celui où il ne le serait pas, peut être présenté de la façon suivante:

La lettre Φ désignant une fonction qui vérifie les conditions du paragraphe précédent, considérons une fonction u, harmonique à l'intérieur du domaine (D) et, lorsque ce domaine n'est pas borné, tendant uniformément vers zéro lorsque le point (x, y, z) s'éloigne suivant une loi quelconque à l'infini. Supposons que l'intégrale:

$$(3) \qquad \mathcal{J}=\iiint\limits_D \left\{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2\right\} dx\,dy\,dz$$

ait une valeur finie et envisageons l'expression suivante:

$$(4) \qquad \iiint\limits_D \left\{\frac{\partial(\Phi-u)}{\partial x'}\frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'}+\frac{\partial(\Phi-u)}{\partial y'}\frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'}+\frac{\partial(\Phi-u)}{\partial z'}\frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'}\right\} dx'\,dy'\,dz'$$

où r représente la distance d'un point (x, y, z) au point (x', y', z').

Lorsque l'expression précédente est nulle pour l'ensemble (D') des positions du point (x, y, z) à l'extérieur du domaine (D), la fonction u admet sur (S) des valeurs périphériques déterminées $(u)_s$, liées aux valeurs périphériques $(\Phi)_s$ de la fonction Φ par une équation de la forme:

$$(5) \qquad (u)_s=(\Phi)_s+\text{Const.}$$

J'ajoute que, dans le cas où le domaine (D) n'est pas borné, la différence constante des valeurs périphériques des fonctions u et Φ se réduit à zéro.

La démonstration de ce théorème sera moins simple que celle du théorème du § 6, mais il ne sera pas nécessaire d'examiner sé-

[1]) Si, pour former la fonction Φ, on fait usage du procédé indiqué au § 5, les quantités (2) seront toutes nulles pour des valeurs assez grandes de $x^2+y^2+z^2$

parément le cas où le domaine (D) serait borné et celui où il ne le serait pas.

§ 27. Pour faciliter l'intelligence de ce qui va suivre, nous réunirons dans ce paragraphe quelques théorèmes empruntés à la théories des polynômes sphériques.

Désignons par $\Pi_n(x, y, z)$ un polynôme sphérique de degré n et considérons une sphère (Σ) de rayon R ayant l'origine des coordonnées pour centre. Proposons-nous d'évaluer l'intégrale suivante:

$$\varphi_n = \iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_n' \frac{dx'\,dy'\,dz'}{r} \qquad (6)$$

où l'on désigne par r la distance des points (x, y, z) et $(x'\,y'\,z')$, par (Ω) le domaine intérieur à la sphère (Σ) et par Π_n' l'expression $\Pi_n(x'\,y'\,z')$.

Nous avons à l'intérieur de (Σ):

$$\Delta\varphi_n + 4\pi\Pi_n = 0 \qquad (7)$$

en désignant par Δ l'opérateur de Laplace. A l'extérieur de (Σ)' on a évidemment:

$$\Delta\varphi_n = 0$$

et de plus la fonction φ_n et ses dérivées premières, continues à la traversée de (Σ), sont nulles à l'infini. Il est naturel de chercher à représenter la fonction φ_n au moyen des formules suivantes:

$$\varphi_n = (A\varrho^2 + B)\,\Pi_n\,, \quad \text{à l'intérieur de } (\Sigma),$$

$$\varphi_n = C\frac{\Pi_n}{\varrho^{2n+1}}\,, \quad \text{à l'extérieur de } (\Sigma),$$

en désignant par A, B et C des constantes et en posant:

$$\varrho = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

où l'on doit prendre la détermination positive du radical. On reconnaît immédiatement que la chose est possible et l'on trouve aisément:

$$\left.\begin{aligned} \varphi_n &= 2\pi\left\{\frac{R^2}{2n+1} - \frac{\varrho^2}{2n+3}\right\}\Pi_n, \text{ pour } \varrho \leqq R\,, \\ \varphi_n &= \frac{4\pi R^2}{(2n+1)(2n+3)}\left(\frac{R}{\varrho}\right)^{2n+1}\Pi_n, \text{ pour } \varrho \geqq R\,. \end{aligned}\right| \qquad (8)$$

Une méthode du même genre permet de calculer le potentiel de double couche suivant:

$$\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_n \frac{d}{dN}\left(\frac{1}{r}\right) d\sigma$$

en désignant par $d\sigma$ l'élément de surface de la sphère (Σ). On trouve:

$$(9)\quad \begin{cases} \displaystyle\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_n \frac{d}{dN}\left(\frac{1}{r}\right) d\sigma = 4\pi \frac{n+1}{2n+1}\, \Pi_n \text{ pour } \varrho < R. \\ \displaystyle\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_n \frac{d}{dN}\left(\frac{1}{r}\right) d\sigma = -4\pi \frac{n}{2n+1} \left(\frac{R}{\varrho}\right)^{2n+1} \Pi_n \text{ pour } \varrho > R, \end{cases}$$

la normale étant dirigée vers l'intérieur de la sphère. En vertu des formules (9), on a:

$$(10)\quad \begin{cases} \displaystyle\iiint\limits_{(\Omega)} \left\{ \frac{\partial \Pi'_n}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial \Pi'_n}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \right. \\ \displaystyle\qquad \left. + \frac{\partial \Pi'_n}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz' = \frac{4\pi n}{2n+1}\, \Pi_n, \text{ pour } \varrho \leqq R. \\ \displaystyle\iiint\limits_{(\Omega)} \left\{ \frac{\partial \Pi'_n}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial \Pi'_n}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \right. \\ \displaystyle\qquad \left. + \frac{\partial \Pi'_n}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz' = \frac{4\pi n}{2n+1} \cdot \left(\frac{R}{\varrho}\right)^{2n+1} \Pi_n, \text{ pour } \varrho \geqq R. \end{cases}$$

Si l'on porte la valeur de φ_n tirée de la première des équations (8) dans la relation:

$$\iiint\limits_{\Omega} \Pi_j \Delta \varphi_n\, dx\, dy\, dz + \iint\limits_{(\Omega)} \Pi_j \frac{d\varphi_n}{dN}\, d\sigma = \iint\limits_{(\Sigma)} \varphi_n \frac{d\Pi_j}{dN}\, d\sigma.$$

on trouve:

$$(10\,\text{a})\quad \frac{(n+j+1)\,R}{(2n+1)(2n+3)} \iint\limits_{\Sigma} \Pi_j\, \Pi_n\, d\sigma = \iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_j\, \Pi_n\, dx\, dy\, dz\,.$$

En identifiant dans cette relation, Π_j avec Π_n, on trouve:

$$\frac{R}{2n+3}\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_n^2\, d\sigma = \iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_n^2\, dx\, dy\, dz, \tag{11}$$

et en la combinant avec celle qui en résulte quand on permute n et j, il vient:

$$\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_j\, \Pi_n\, d\sigma = \iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_j\, \Pi_n\, dx\, dy\, dz = 0, \text{ pour } j \neq n. \tag{12}$$

On a d'ailleurs:

$$\iiint\limits_{(\Omega)} \left\{ \left(\frac{\partial \Pi_n}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Pi_n}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Pi_n}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = \frac{n}{R}\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_n^2\, d\sigma. \tag{13}$$

Parmi les polynômes sphériques de degré n il est possible, comme on sait, d'en trouver $2n+1$ et pas davantage de linéairement indépendants; soit:

$$\Pi_{n,k} \quad (k = 1, 2, 3\ldots, 2n+1) \tag{14}$$

un tel système de polynômes sphériques de degré n, formés, comme cela est évidemment possible, de façon que l'on ait:

$$\iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_{n,k}^2\, dx\, dy\, dz = 1 \quad (k = 1, 2, 3\ldots, 2n+1) \tag{15}$$

ainsi que:

$$\iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_{n,k}\, \Pi_{n,t}\, dx\, dy\, dz = 0, \text{ pour } k \neq t.$$

A cause de la relation qui résulte de (10a) en y identifiant Π_n avec $\Pi_{n,k}$ et Π_j avec $\Pi_{n,t}$, la relation précédente entraîne la suivante:

$$\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_{n,k}\, \Pi_{n,t}\, d\sigma = 0, \quad \text{pour } k \neq t,$$

donc, en vertu de (12), on aura:

$$\iint\limits_{(\Sigma)} \Pi_{n,k}\, \Pi_{j,t}\, d\sigma = \iiint\limits_{(\Omega)} \Pi_{n,k}\, \Pi_{j,t}\, dx\, dy\, dz = 0, \tag{16}$$

pourvu que l'u n e au moins des inégalités:

$$n \neq j \text{ et } k \neq t$$

soit vérifiée.

On sait que toute fonction u, harmonique à l'intérieur de la sphère (Σ) est développable en une série à coefficients constants de la forme suivante:

$$(17)\qquad u = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{t=1}^{2n+1} c_{n,t}\, \Pi_{n,t}$$

Il suffira de raisonner comme je l'ai fait au § 10, p. 161 de mon mémoire sur: „L'équation biharmonique et une classe remarquable de fonctions fondamentales harmoniques" (Bulletin de l'Académie de Cracovie. Mars 1907). pour établir. en tenant compte de (15) et (16), les résultats suivants: lorsque l'intégrale:

$$\iiint_{(\Omega)} u^2\, dx\, dy\, dz$$

a un sens, on a:

$$(18)\qquad c_{n,t} = \iiint_{(\Omega)} u\, \Pi_{n,t}\, dx\, dy\, dz$$

ainsi que:

$$(19)\qquad \iiint_{(\Omega)} u^2\, dx\, dy\, dz = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{t=0}^{2n=1} c_{n,t}^2.$$

Supposons que l'intégrale:

$$\iiint_{\Omega} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz$$

ait un sens. Dans ce cas. un passage à la limite n'offrant aucune difficulté permettra de démontrer que l'on a:

$$(20)\qquad \iiint_{\Omega} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n(2n+3)}{R^2} \sum_{t=1}^{2n+1} c_{n,t}^2$$

en s'appuyant sur (13) et (16).

La série formant le second membre de cette relation étant convergente, il en sera a fortiori de même de celle qui forme le second membre de (19). On en conclura la légitimité des relations (18) et (19).

Considérons la distance r des points (x, y, z) et (x', y', z') et, en désignant par ϱ et ϱ' les distances de ces points au centre de la

sphère (Σ). appliquons la formule (17) au développement de $\frac{1}{r}$ considérée comme fonction des variables x', y', z', en supposant que l'on ait:

$$\varrho > R \text{ et } \varrho' < R.$$

En se reportant aux relations (18), (6) et (8), on trouvera sans peine:

$$\frac{1}{r} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4\pi R^2}{(2n+3)(2n+1)} \left(\frac{R}{\varrho}\right)^{2n+1} \sum_{k=1}^{2n+2} \Pi_{n,k} \Pi'_{n,k} \tag{21}$$

où $\Pi'_{n,k}$ représente, comme plus haut, le résultat du changement de x, y, z en x', y', z' dans $\Pi_{n,k}$.

Supposons que les points (x, y, z) et (x', y', z') soient situés sur une même demi-droite issue du centre de la sphère (Σ). On aura alors:

$$r = \varrho - \varrho' \text{ et } \frac{\Pi_{n,k}}{\Pi'_{n,k}} = \frac{\varrho^n}{\varrho'^n}.$$

Ces remarques faites, l'équation (21) nous donnera:

$$\sum_{k=1}^{2n+1} \Pi_{n,k}^2 = \frac{(2n+3)(2n+1)}{4\pi R^3} \left(\frac{\varrho}{R}\right)^{2n}, \tag{22}$$

égalité qui subsistera évidemment pour toutes les valeurs de ϱ.

§ 28. Pour préparer les voies à la démonstration du théorème énoncé au § 26. nous allons développer des considérations analogues à celles des §§ 7, 8 et 9. Actuellement elles seront insuffisantes pour démontrer que la fonction harmonique u admet des valeurs périphériques déterminées, mais elles nous permettront de faire un premier pas dans ce sens en nous conduisant au résultat suivant:

Lorsque, pour toute position du point (x, y, z) à l'intérieur du domaine (D') formé par l'ensemble des points extérieurs au domaine (D), l'intégrale (4) est nulle, la valeur $u(A)$ de la fonction u en tout point A, intérieur au domaine (D) et tel que sa plus courte distance a à la frontière satisfasse à la condition:

$$a \leqq R,$$

où R représente une longueur dépendant uniquement de la nature du domaine (D), vérifie l'inégalité:

$$\left\{u(A)\right\}^2 < C \log \frac{2R}{a} \tag{22a}$$

où C représente une quantité positive finie et indépendante de la position du point A.

Posons:

$$f(x,y,z) = \iiint_D \left\{ \frac{\partial \Phi}{\partial x'} \frac{\partial \left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial \Phi}{\partial y'} \frac{\partial \left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial \Phi}{\partial z'} \frac{\partial \left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz'. \tag{23}$$

$$\psi(x,y,z) = \iiint_D \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial \left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial \left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial u}{\partial z'} \frac{\partial \left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz'. \tag{24}$$

Lorsque le point (x, y, z) est extérieur au domaine (D), on a:

$$\psi(x,y,z) = f(x,y,z) \tag{25}$$

puisque, dans ce cas, l'intégrale (4) est nulle par hypothèse. Il suffira donc de raisonner comme au § 7 pour reconnaître que la fonction $\psi(x, y, z)$ tend uniformément vers une fonction continue, définie sur la frontière (S) du domaine (D), lorsque la plus courte distance du point (x, y, z) à (S) tend vers zéro, le point (x, y, z) restant bien entendu à l'extérieur du domaine (D).

Il résulte en particulier de la propriété précédente de la fonction $\psi(x, y, z)$ et de l'expression (24) de cette fonction que, pour toute position du point (x, y, z) à l'extérieur du domaine (D), on aura:

$$|\psi(x,y,z)| < C_1 \tag{26}$$

en désignant par C_1 une constante positive finie.

Pour aller plus loin, observons qu'en vertu des hypothèses adoptées au sujet du domaine (D), il existera une longueur constante R, ne dépendant que de la nature du domaine considéré, telle que par tout point M, pris arbitrairement sur (S), il soit possible de mener deux sphères (Σ) et (Σ'), tangentes en M à (S) et telles que tout point intérieur à la sphère (Σ) soit intérieur au domaine (D) et tout point intérieur à la sphère (Σ'), extérieur à ce domaine.

Ayant fixé d'une façon quelconque la position du point M sur (S), désignons par (Ω) le domaine intérieur à la sphère (Σ) et par $(D-\Omega)$ le reste du domaine (D).

Posons ensuite:

$$\psi_1(x, y, z) = \iiint\limits_{(\Omega)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial u}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz'. \tag{27}$$

$$\psi_2(x, y, z) = \iiint\limits_{(D-\Omega)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial u}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz \tag{28}$$

et désignons par $\psi_1(A)$, $\psi_2(A)$ et $\psi(A)$ les valeurs des fonctions $\psi_1(x, y, z)$, $\psi_2(x, y, z)$ et $\psi(x, y, z)$ en un point A, situé à l'extérieur du domaine (D) sur la normale à (S) en M. Nous aurons:

$$\psi(A) = \psi_1(A) + \psi_2(A). \tag{29}$$

D'autre part, l'inégalité de M. Schwarz et les équations (28) et (3) nous donneront:

$$\left\{ \psi_2(A) \right\}^2 < \mathcal{J} \iiint\limits_{(D-\Omega)} \frac{dx'\, dy'\, dz'}{r^4}.$$

Eu égard à la forme particulière du domaine $(D-\Omega)$ dans le voisinage du point M, on conclura facilement de cette inégalité, en tenant compte en outre des relations (26) et (29) que l'on aura:

$$\left\{ \psi_1(A) \right\}^2 < C_2 \log \frac{2R}{\overline{AM}}, \text{ pour } \overline{AM} \leqq R, \tag{30}$$

en désignant par C_2 une quantité positive finie, indépendante de la position du point M sur (S) et de la valeur du segment $\overline{AM}$.

Plaçons maintenant l'origine des coordonnées (x, y, z) au centre O de la sphère (Σ). L'équation (17), p. 168, pourra être regardée comme faisant connaître la fonction u, considérée actuellement, à l'intérieur de la sphère (Σ) et, dans ce cas, en vertu de la seconde

des formules (10), nous aurons, pour la fonction ψ_1, définie par l'équation (20), le développement en série suivant:

$$\psi_1(x, y, z) = 4\pi \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{2n+1} \left(\frac{R}{\varrho}\right)^{2n+1} \sum_{t=1}^{2n+1} c_{n,t} \Pi_{n,t}.$$

valable, pourvu que le point (x, y, z) soit extérieur à la sphère (Σ).

Désignons par (x_1, y_1, z_1) le conjugué harmonique du point (x, y, z) par rapport à la sphère (Σ). Eu égard à l'expression (17) de la fonction u, la valeur trouvée de la fonction ψ_1 peut être mise sous la forme suivante:

$$(31) \qquad \psi_1(x, y, z) = 2\pi \frac{R}{\varrho} u(x_1, y_1, z_1) - 2\pi \frac{R}{\varrho} v(x_1, y_1, z_1);$$

en posant:

$$(32) \qquad v(x_1, y_1, z_1) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n+1} \sum_{t=1}^{2n+1} c_{n,t} \Pi_{n,t}(x_1, y_1, z_1).$$

A cause de la convergence de la série (20), nous avons, pour le reste $\mathcal{R}_p$ de la série précédente arrêtée au $p^{\text{ième}}$ terme, l'inégalité suivante:

$$\mathcal{R}_p^2 < \left\{ \sum_{n=p+1}^{\infty} n(2n+3) \sum_{t=1}^{2n+1} c_{n,t}^2 \right\} \left\{ \sum_{n=p+1}^{\infty} \frac{\sum_{t=1}^{2n+1} (\Pi_{n,t}(x_1, y_1, z_1))^2}{(2n+1)^2 n(2n+3)} \right\}$$

ce qui, en vertu de (22), peut s'écrire ainsi:

$$\mathcal{R}_p^2 < \left\{ \sum_{n=p+1}^{\infty} n(2n+3) \sum_{t=1}^{2n+1} c_{n,t}^2 \right\} \left\{ \sum_{n=p+1}^{\infty} \frac{1}{4\pi R^3 (2n+1) n} \left(\frac{\varrho_1}{R}\right)^{2n} \right\},$$

en désignant par ϱ_1 la distance du point (x_1, y_1, z_1) au centre O de la sphère (Σ); on a donc a fortiori:

$$(33) \qquad \mathcal{R}_p^2 < \frac{\mathcal{J}}{4\pi R} \sum_{n=p+1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)n}; \text{ pour } \varrho_1 \leqq R,$$

comme on le reconnaît immédiatement en remarquant que le premier membre de l'égalité (20) est inférieur à la quantité $\mathcal{J}$ définie par l'équation (3).

Il résulte de l'inégalité (33) que la série (32) est uniformément convergente dans tout le domaine (Ω) intérieur à la sphère (Σ) ainsi que sur cette sphère elle-même; il est même évident que la convergence de la série considérée dans (Ω) et sur (Σ) est ab-

solue, puisque l'inégalité (33) subsisterait si l'on regardait $\mathcal{R}_p$ comme le reste de la série que l'on obtiendrait en remplaçant chaque terme de la série (32) par sa valeur absolue.

Il est très aisé de voir que l'inégalité (33) donne:

$$\left\{v(x_1, y_1, z_1)\right\}^2 < \frac{\mathcal{J}}{4\pi R} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)n}, \text{ pour } (\varrho_1 \leqq R). \qquad (34)$$

En s'appuyant sur cette inégalité, on conclura immédiatement des relations (30) et (31) que la fonction u jouira, comme nous l'avions annoncé, de la propriété exprimée par l'inégalité (22 a).

§ 29. Il nous faudra envisager la fonction $\psi(x, y, z)$, définie par l'équation (24), non seulement dans le cas où le point (x, y, z) est extérieur au domaine (D), mais aussi dans celui où ce point est intérieur au domaine précédent. La fonction ψ satisfait à l'équation de Laplace, on le vérifie avec la plus grande facilité, aussi bien à l'intérieur du domaine (D) qu'à l'extérieur de ce domaine. Il importe de démontrer que cette fonction reste continue à la traversée de la frontière (S) du domaine considéré.

Conservons toutes les notations du paragraphe précédent et envisageons sur la normale en M à (S) deux points A et A_1 conjugués harmoniques par rapport à la sphère (Σ).

Supposons que le point A soit extérieur à la sphère (Σ) et le point A_1 intérieur; désignons en outre par ϱ et ϱ_1 les distances respectives de ces points au centre O de (Σ). Je vais démontrer que la différence:

$$\psi_1(A) - \psi_1(A_1) \qquad (35)$$

des valeurs de la fonction ψ_1, définie par l'équation (27), en A et A_1 tend vers zéro avec $\varrho - R$, et cela uniformément pour l'ensemble des positions du point M sur (S).

Portons dans la formule (27) l'expression (17) de u et remplaçons-y x, y, z par les coordonnées x_1, y_1, z_1 du point A_1. En s'appuyant sur la première des relations (10), on trouve:

$$\psi_1(x_1, y_1, z_1) = 2\pi u(x_1, y_1, z_1) - 2\pi v(x_1, y_1, z_1) \qquad (36)$$

où v représente la fonction définie par l'équation (32). Les équations (31) et (36) donnent:

$$\psi_1(A) = \frac{R}{\varrho} \psi_1(A_1)$$

d'où:

$$\psi_1(A_1) - \psi_1(A) = \frac{\varrho - R}{R}\, \psi_1(A)$$

et il suffit de se reporter à l'inégalité (30) pour reconnaître que la différence (35) jouit bien de la propriété annoncée.

Conservons aux lettres A et A_1 la signification précédente, désignons par $\psi_2(A)$ et $\psi_2(A_1)$ les valeurs de la fonction ψ_2, définie par l'équation (28), aux points A et A_1 et considérons la différence:

$$\psi_2(A) - \psi_2(A_1). \tag{37}$$

Je vais démontrer que cette différence tend uniformément vers zéro dans les mêmes conditions que la différence (35). A cet effet, envisageons une spère (C) de rayon δ, ayant pour centre le point M. Désignons par (T) le domaine formé par ceux des points du domaine $(D-\Omega)$ qui sont intérieurs à la sphère (C) et par $(D-\Omega-T)$ le reste de ce domaine. Cela posé décomposons l'intégrale qui représente l'expression (37) en deux parties: l'une $F(\varrho)$ où l'intégration serait étendue au domaine (T) et l'autre, $F_1(\varrho)$, où elle serait étendue au domaine $(D-\Omega-T)$. Nous aurons:

$$\psi_2(A) - \psi_2(A_1) = F(\varrho) + F_1(\varrho). \tag{38}$$

$$F(\varrho) = \iiint_{(T)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial u}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz' \tag{39}$$

en désignant par r et r_1 les distances des points A et A_1 au point (x', y', z').

Nous avons:

$$\left| F(\varrho) \right| < P \iiint_{T} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x'}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y'}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z'}\right)^2 \right\} dx'\, dy'\, dz'. \tag{40}$$

en posant:

$$P = \iiint_{(T)} \left\{ \left(\frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial x'}\right)^2 + \left(\frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial y'}\right)^2 + \left(\frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial y'}\right)^2 \right\} dx'\, dy'\, dz' \tag{41}$$

Pour estimer cette intégrale. conservons le centre O de la sphère (Σ) pour origine des coordonnées mais, en précisant la position de l'axe des z, dirigeons cet axe de O vers M.

Nous aurons pour les coordonnées des points A et A_1 les expressions suivantes:

$$\left\{\begin{array}{lcl} x = 0 & & x_1 = 0 \\ y = 0 & \text{et} & y_1 = 0 \\ z = \varrho & & z = \varrho_1 \end{array}\right.$$

avec la relation:

$$\varrho\varrho_1 = R^2 .$$

Par conséquent:

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{1}{r_1}\right)}{\partial x'} = \left(\dfrac{1}{r_1{}^3}-\dfrac{1}{r^3}\right)x' \\ \dfrac{\partial\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{1}{r_1}\right)}{\partial y'} = \left(\dfrac{1}{r_1{}^3}-\dfrac{1}{r^3}\right)y' \\ \dfrac{\partial\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{1}{r_1}\right)}{\partial z'} = \dfrac{\varrho-z'}{r^3}-\dfrac{\varrho_1-z'}{r_1{}^3} . \end{array}\right.$$

La dernière formule peut s'écrire ainsi:

$$\frac{\partial\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{1}{r_1}\right)}{\partial z'} = \frac{\varrho-R}{r^3}+\frac{R-\varrho_1}{r_1{}^3}-(R-z')\left\{\frac{1}{r_1{}^3}-\frac{1}{r^3}\right\}$$

ou encore:

$$\frac{\partial\left(\dfrac{1}{r}-\dfrac{1}{r_1}\right)}{\partial z'} = (\varrho-R)\left(\frac{R}{\varrho}\frac{1}{r_1{}^3}+\frac{1}{r^3}\right)-(R-z')\left\{\frac{1}{r_1{}^3}-\frac{1}{r^3}\right\}.$$

A cause de la forme particulière du domaine (T), nous aurons, pour toute position du point (x', y', z') dans ce domaine, l'inégalité suivante:

$$|R-z'| < \frac{B(x'^2+y'^2)}{R} \tag{42}$$

en désignant par B un nombre positif indépendant de la position du point M sur (S) et en supposant que le rayon δ de la sphère (C) vérifie une inégalité de la forme:

$$\delta \leqq R_0 \tag{43}$$

où R_0 représente une longueur assez petite, indépendante de la position du point M sur (S).

Posons:

$$r_0^2 = (\varrho - R)^2 + x'^2 + y'^2$$

et restreignons les valeurs de ϱ par la condition:

(44) $$\varrho \leqq 2R.$$

On s'assurera facilement qu'il existe deux constantes B_1 et B_2, analogues à la constante B qui entre dans le second membre de (42), telles que l'on ait:

$$\left|\frac{1}{r_1^3} - \frac{1}{r^3}\right| < B_1 \frac{\varrho - R}{R\, r_0^3}$$

$$\frac{1}{r^3} < \frac{B_2}{r_0^3}$$

$$\frac{1}{r_1^3} < \frac{B_2}{r_0^3}.$$

En s'appuyant sur ces inégalités, on trouve aisément:

$$\left\{\frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial x'}\right\}^2 + \left\{\frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial y'}\right\}^2 + \left\{\frac{\partial\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right)}{\partial z'}\right\}^2 < B_4 \frac{(\varrho - R)^2}{r_0^6};$$

où B_4 représente une constante du même genre que les constantes B, B_1, B_2 et B_3

Cette inégalité et les relations (41) et (42) donnent:

(45) $$P < \frac{B_5}{R};$$

en désignant par B_5 une constante analogue aux constantes B, B_1, B_2, B_3 et B_4.

Soit ε un nombre positif donné, arbitrairement petit. Il existera pour δ une valeur assez petite mais indépendante de la position du point M sur (S), telle que le second facteur du second membre de l'inégalité (40) soit inférieur à ε^2. Les inégalités (40) et (45) donneront:

(46) $$|F(\varrho)| < \varepsilon \sqrt{\frac{B_5}{R}}.$$

La longueur δ étant déterminée de façon que l'inégalité précé-

dente subsiste, on pourra évidemment trouver une longueur η, indépendante de la position du point M sur (S), et telle que, sous la condition:

$$0 < \varrho - R \leqq \eta \tag{47}$$

le second terme $F_1(\varrho)$ de (39) vérifie l'inégalité:

$$|F_1(\varrho)| < \varepsilon. \tag{48}$$

Les relations (38), (46) et (48) donnent:

$$|\psi_2(A) - \psi_2(A_1)| < \left(1 + \sqrt{\frac{B_5}{R}}\right)\varepsilon. \tag{49}$$

Donc, indépendamment de la position du point M sur (S) les inégalités (47) entraînent l'inégalité (49). Cela prouve que l'expression (37) tend bien, comme l'expression (35), uniformément vers zéro avec $\varrho - R$ lorsque le point M varie d'une façon quelconque sur (S). Par conséquent, à cause de l'équation (29), il en est de même de la différence:

$$\psi(A) - \psi(A_1).$$

Or, en vertu d'une remarque, faite dans la première partie du § 28, lorsque la distance du point A à la surface (S) tend vers zéro, la fonction $\psi(A)$ tend uniformément vers une fonction continue définie sur (S). Par conséquent, il en est de même de la fonction $\psi(A_1)$.

Il résulte de tout cela que, comme nous l'avions annoncé au début du paragraphe actuel, la fonction $\psi(x, y, z)$, définie par l'équation (24), harmonique à l'intérieur et à l'extérieur du domaine (D), est continue à la traversée de la frontière de ce domaine.

§ 30. Nous voici en mesure d'achever la démonstration du théorème énoncé au § 26.

Considérons de nouveau un point quelconque M situé sur (S), prenons ce point pour origine des coordonnées et dirigeons l'axe des z suivant la normale en M à (S) vers l'intérieur du domaine (D). Du point M comme centre, décrivons une sphère $(\mathscr{S})$ de rayon τ et soit (S_0) la portion de (S) formée par l'ensemble de ceux des points de cette surface qui sont situés à l'intérieur ou sur la surface de la sphère $(\mathscr{S})$. D'après les hypothèses adoptées au sujet du domaine (D), il sera possible d'attribuer à la longueur τ une valeur, indépendante de la position du point M sur (S), telle que la

portion (S_0) de (S) soit une surface d'un seul tenant, limitée par un contour unique, qu'une parallèle à la normale en M à (S) ne puisse rencontrer la portion (S_0) de (S) qu'en un seul point au plus et que l'angle formé par la normale élevée en un point quelconque à (S_0) avec la normale en M soit au plus égal à 45^0.

La longueur ε ayant une valeur vérifiant les conditions précédentes, la portion (S_0) de (S) pourra être représentée par l'équation:

$$z = F(x, y), \tag{50}$$

en désignant par $F(x, y)$ une fonction parfaitement déterminée des variables x et y dans une aire (α), projection orthogonale de (S_0) sur le plan des (x, y). L'aire (α) sera évidemment limitée par un seul contour et la distance d'un point de ce contour au point M admettra une limite inférieure R' indépendante de la position du point M sur (S).

Il existera évidemment une longueur R_0, indépendante de la position du point M sur (S), inférieure à la longueur R' et telle que le domaine (Γ) déterminé par les relations:

$$\left\{ \begin{array}{l} x^2 + y^2 + z^2 \leqq \varepsilon^2 \\ x^2 + y^2 \leqq R_0{}^2 \\ z \geqq F(x, y) + (x^2 + y^2)^2 \end{array} \right. \tag{51}$$

jouisse des propriétés suivantes:

1^0 Une partie, $(\mathfrak{T}')$, de la frontière $(\mathfrak{T})$ de ce domaine sera formée par l'ensemble des points définis par les relations:

$$\left\{ \begin{array}{l} x^2 + y^2 \leqq R_0{}^2 \\ z = F(x, y) + (x^2 + y^2)^2 . \end{array} \right. \tag{52}$$

2^0 Le reste $(\mathfrak{T}'')$ de la frontière $(\mathfrak{T})$ du domaine considéré sera constitué par des points situés sur le cylindre:

$$x^2 + y^2 = R_0{}^2,$$

sur la sphère:

$$x^2 + y^2 + z^2 = \varepsilon^2,$$

ou sur ces deux surfaces à la fois.

Il est évident qu'en dehors du point M, tout autre point situé à l'intérieur du domaine (Γ) ou sur la frontière $(\mathfrak{T})$ de ce domaine sera intérieur au domaine (D).

En outre la plus courte distance d' à (S) d'un point situé sur

la portion $(\mathfrak{T}')$, définie par les relations (52), de la frontière du domaine (Γ), satisfera à l'inégalité:

$$d' \geqq \nu \frac{(x^2+y^2)^2}{z^4}\,, \tag{53}$$

en désignant par ν un nombre constant non nul, indépendant de la position du point M sur (S).

Enfin, la plus courte distance d'' à (S) d'un point situé sur la portion $(\mathfrak{T}'')$ de $(\mathfrak{T})$ vérifiera une inégalité de la forme:

$$d'' \geqq d_0 \tag{54}$$

en désignant par d_0 une longueur constante non nulle et indépendante de la position du point M sur (S).

Posons:

$$\varphi_1(x, y, z) = \iiint\limits_{(\Gamma)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial u}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz' \tag{55}$$

$$\varphi_2(x, y, z) = \iiint\limits_{(D-\Gamma)} \left\{ \frac{\partial u}{\partial x'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x'} + \frac{\partial u}{\partial y'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial y'} + \frac{\partial u}{\partial z'} \frac{\partial\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial z'} \right\} dx'\, dy'\, dz'. \tag{56}$$

En se reportant à l'équation (24), on reconnaîtra de suite que l'on a:

$$\psi(x, y, z) = \varphi_1(x, y, z) + \varphi_2(x, y, z)\,. \tag{57}$$

Eu égard à la nature du contact des frontières des domaines (D) et (Γ) en M, on établira aisément au moyen d'un raisonnement du même genre que celui dont nous avons eu à nous servir au § 8 (p. 134) que la fonction $\varphi_2\,(0, 0, z)$ tend vers une limite finie et déterminée lorsque z tend vers zéro d'une façon quelconque et cela uniformément pour l'ensemble des positions du point M sur (S). Donc, en vertu de la continuité de la fonction ψ à la traversée de la surface (S), (paragraphe précédent) et de la relation (57), il en

est de même de la fonction $\varphi_1(0, 0, z)$. Il en sera donc évidemment encore de même de l'expression suivante:

(58) $$\varphi_1(0, 0, -z) + \varphi_1(0, 0, z).$$

Nous allons examiner cette expression de plus près en supposant que l'on ait:

$$0 < z \leqq \tfrac{1}{2} \varepsilon .$$

A cet effet, voyons comment se comporte la fonction u sur la frontière du domaine (Γ) et à l'intérieur de ce domaine. Puisqu'en dehors du point M tous les autres points du domaine (Γ) et de sa frontière $(\mathfrak{S})$ sont intérieurs au domaine (D), le seul point de (Γ) et de $(\mathfrak{S})$ où la fonction u pourrait cesser d'être continue est le point M. En se reportant aux inégalités (22), (53) et (54) ainsi qu'à l'équation (55), on reconnaîtra aisément que la somme (58) peut se mettre sous la forme suivante:

(59) $$\varphi_1(0, 0, -z) + \varphi_1(0, 0, z) = \\ = 4\pi u(0, 0, z) - \iint\limits_{(\mathfrak{S})} u \frac{d}{dN}\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r}\right) ds$$

en désignant par r_1 et r les distances respectives des points $(0, 0, -z)$ et $(0, 0, z)$ à celui des points de la frontière $\mathfrak{S}$ du domaine (Γ) auquel se rapporte l'élément de surface ds.

On établira sans peine, en s'appuyant de nouveau sur les inégalités (22), (53) et (54) que l'intégrale qui entre au second membre de (59) tend vers une limite finie et déterminée lorsque z tend vers zéro et que la convergence est uniforme pour l'ensemble des positions du point M sur (S). Donc, puisqu'il en est de même de l'expression (57), il en sera encore de même de la fonction $u(0, 0, z)$ en vertu de (59). On conclura immédiatement de là que la fonction u admet des valeurs périphériques déterminées et que la fonction (u) qui les représente est une fonction continue définie sur (S).

Considérons maintenant l'expression (4) (p. 164). Il résulte de ce qui vient d'être établi au sujet de la fonction u que, à l'extérieur du domaine (D), l'expression (4) est égale à la suivante:

(60) $$\iint\limits_{(S)} (\Phi - u) \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dN} ds .$$

Or l'expression (4) est nulle à l'extérieur du domaine (D). Donc

il en est de même du potentiel de double couche que représente l'expression (60).

Par conséquent ce potentiel de double couche admet une dérivée normale extérieure et cette dérivée est nulle.

Il en sera donc de même[1]) de la dérivée normale intérieure. Donc le potentiel (60), nul par hypothèse à l'extérieur du domaine (D), sera constant à l'intérieur de ce domaine. Cela prouve que la relation (5) sera sûrement vérifiée. Donc, pour démontrer complètement le théorème fondamental du § 26, il ne reste qu'à faire voir que la différence constante des valeurs périphériques des fonctions Φ et u se réduit à zéro lorsque le domaine (D) n'est pas borné. Or cela est presque évident: en effet, un potentiel dérivant de masses situées dans le fini tend uniformément vers zéro à l'infini, il ne peut donc rester constant dans un domaine non borné sans y être nul, donc, lorsque le domaine (D) s'étend à l'infini, le potentiel (60), nul par hypothèse à l'extérieur du domaine (D) est aussi nul à l'intérieur de ce domaine. Par conséquent la différence $\Phi - u$ s'annule sur (S). C'est ce que nous avions encore à démontrer.

§ 31. En s'appuyant sur la formule (21) (p. 169) on développera avec la plus grande facilité, pour l'espace, des considérations analogues à celles du § 11, et cela aussi aisément dans le cas où le domaine (D) s'étendrait à l'infini que dans celui où le domaine considéré serait borné.

§ 32. L'extension à un domaine borné à trois dimensions de la théorie exposée dans les §§ de 11 à 20 est immédiate. Donc, en ce qui concerne le cas où le domaine (D) est borné, il nous suffira d'énoncer les résultats définitifs. Dans ce cas, l'ensemble des points extérieurs au domaine (D) se compose d'une région non bornée (R_0), formée par les points extérieurs à une surface formée (S_0) et de p régions:

$$(R_1),\ (R_2), \ldots (R_p) \qquad (61)$$

respectivement intérieures à des surfaces fermées:

$$(S_1),\ (S_2), \ldots (S_p).$$

On choisira dans l'espace $p+1$ points fixes:

$$(x_i,\ y_i,\ z_i) \quad {\scriptstyle (i = 0,\ 1,\ 2, \ldots p)}. \qquad (62)$$

[1]) Voir la note de M. Liapounoff dans les C. R., 8 novembre 1897.

Le point (x_0, y_0, z_0) pourra être pris arbitrairement dans l'espace; quant aux points:

$$(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \ldots (x_p, y_p, z_p),$$

ils devront être situés respectivement à l'intérieur des régions $(R_1), (R_2) \ldots (R_p)$ mais, à cela près, on pourra les choisir comme on voudra.

Le choix des points (62) étant arrêté, on envisagera un système de $2n+1$ polynômes sphériques de degré n, linéairement indépendants, soit:

$$\Pi_{n,k}(x, y, z) \quad (k = 1, 2, 3, \ldots 2n+1)$$

et, en désignant par r_k la distance du point (x, y, z) au point x_k, y_k, z_k, on définira un ensemble de fonctions $u_{n,k,i}$ au moyen des équations suivantes:

$$(63) \quad \begin{cases} u_{n,k,0} = \Pi_{n,k}(x-x_0, y-y_0, z-z_0) \\ u_{0,1,i} = \dfrac{1}{r_i} \\ u_{n,k,i} = \dfrac{\Pi_{n,k}(x-x_i, y-y_i, z-z_i)}{r_i^{2n+1}} \\ \quad n = 1, 2, 3, \ldots \text{ ad inf.} \\ \quad k = 1, 2, 3, \ldots (2n+1) \\ \quad i = 1, 2, 3, \ldots p. \end{cases}$$

Cela posé, on formera une suite infinie:

$$(64) \qquad u_1, u_2, u_3 \ldots$$

de façon que chacun des termes de cette suite coïncide avec l'une des fonctions (63) et que toutes ces fonctions soient comprises sans omission ni répétition parmi les termes de cette suite. Enfin on déduira de la suite (64) une nouvelle suite de fonctions harmoniques:

$$(65) \qquad v_1, v_2, v_3, \ldots$$

de la façon suivante: on posera:

$$(66) \quad \begin{cases} v_1 = c_{1,0} + c_{1,1} u_1, \\ v_k = c_{k,0} + \sum_{i=1}^{k-1} c_{k,i} v_i + c_{k,k} u_k, \\ k = 1, 2, 3, \ldots \text{ ad inf.} \end{cases}$$

en désignant par les c des constantes que l'on déterminera de façon à avoir:

$$\left.\begin{aligned}&\iint\limits_{(S)} v_k \frac{dv_k}{dN}\, ds = -1 \\ & \qquad\qquad\qquad\qquad (k = 1, 2, 3, \ldots)) \\ &\iint\limits_{(S)} v_k\, ds = 0 \\ &\iint\limits_{(S)} v_k \frac{dv_j}{dN}\, ds = \iint\limits_{(S)} v_j \frac{dv_k}{dN}\, ds = 0, \text{ pour } j \neq k.\end{aligned}\right\} \tag{67}$$

Cela posé, on reconnaîtra, en tenant compte de la remarque qui fait l'objet du § 25 (p. 163) que, avec la restriction indiquée dans l'Introduction, au § 3, toute fonction u, continue sur (S) et dans le domaine (D), harmonique à l'intérieur du domaine (D), est développable en une série de la forme:

$$u = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k \tag{68}$$

avec les valeurs suivantes des coefficients:

$$\left.\begin{aligned}c_k &= -\int\limits_{(S)} u \frac{dv_k}{dN}\, ds \qquad (k = 1, 2, 3\ldots) \\ c_0 &= \frac{1}{S} \int\limits_{(S)} u\, ds,\end{aligned}\right\} \tag{69}$$

en désignant par (S) l'aire totale de la frontière du domaine considéré.

La série (69) sera uniformément convergente dans tout domaine intérieur au domaine (D), mais elle pourra être divergente sur (S) et n'être pas uniformément convergente dans (D). Toutefois la série (69) se rapprochera d'une série uniformément convergente dans (D) et sur (S) par les propriétés suivantes: si l'on désigne par F une fonction quelconque à cela près que l'intégrale:

$$\iiint\limits_{(D)} F^2\, dx\, dy\, dz$$

ait un sens, on aura:

$$\iiint\limits_{(D)} u\, F\, dx\, dy\, dz = c_0 \iiint\limits_{(D)} F\, dx\, dy\, dz + \tag{70}$$

$$+ \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iiint\limits_{(D)} u\, F\, dx\, dy\, dz;$$

en outre, lorsqu'une fonction quelconque σ, définie sur (S) est telle que l'intégrale:

$$\iint_{(S)} \sigma^2 \, ds$$

ait un sens, on a:

$$(71) \qquad \iint_{(S)} u\, \sigma \, ds = c_0 \iint_{(S)} \sigma \, ds + \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint_{(S)} v_k \, \sigma \, ds\,.$$

La série (68) sera, comme cela résulte de la théorie générale des séries procédant suivant des fonctions harmoniques, dérivable terme à terme et les séries déduites de la série considérée par voie de dérivation, seront uniformément convergentes dans tout domaine intérieur au domaine (D); celles de ces séries qui se rapportent aux dérivées du premier ordre, à savoir:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial x}$$

et les séries analogues relatives aux variables y et z, se rapprocheront en outre des séries uniformément convergentes dans le domaine (D) lui-même en ce qu'elles jouiront de la propriété qu'exprime, pour la série (68), l'égalité (70).

On aura:

$$(72) \qquad \iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2\,.$$

Enfin, on reconnaîtra que la condition du § 3 de validité des égalités (68) et (69), équivaut à la suivante: la fonction u, continue sur (S) et dans le domaine (D) harmonique à l'intérieur de ce domaine doit être telle que l'intégrale:

$$\iiint_{D} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz$$

ait un sens.

§ 33. Passons au cas où le domaine (D) n'est pas borné. Le domaine (D) sera alors constitué par l'ensemble des points extérieurs à un système de $p+1$ surfaces fermées (S_0), (S_1), ... (S_p). Désignons d'une façon générale par:

$$(x_i,\ y_i,\ z_i) \quad (i = 0,\, 1,\, 2, \ldots p)$$

un point fixe choisi arbitrairement à l'intérieur de la surface (S_i) et, en conservant aux symboles $\Pi_{n,k}(x, y, z)$ et r_k la signification du paragraphe précédent, définissons au moyen des équations:

$$u_{n,k,i} = \frac{\Pi_{n,k}(x - x_i, y - y_i, z - z_i)}{r_i^{2n+1}} \quad \left| \begin{array}{l} n = 0, 1, 2, \ldots \text{ad inf.} \\ k = 1, 2, \ldots 2n+1 \\ i = 0, 1, 2, \ldots p \end{array} \right.$$

l'ensemble des fonctions $u_{n,k,i}$.

En vertu des considérations indiquées au § 31, la condition nécessaire et suffisante pour que l'intégrale (4) (p. 164) soit nulle identiquement à l'extérieur du domaine (D), peut être exprimée par l'ensemble des équations suivantes:

$$\left.\begin{array}{l} \displaystyle\iiint_{(D)} \left\{ \frac{\partial(\Phi - u)}{\partial x} \frac{\partial u_{n,k,i}}{\partial x} + \frac{\partial(\Phi - u)}{\partial y} \frac{\partial u_{n,k,i}}{\partial y} + \right. \\ \displaystyle\qquad\qquad \left. + \frac{\partial(\Phi - u)}{\partial z} \frac{\partial u_{n,k,i}}{\partial z} \right\} dx\, dy\, dz = 0 \\ n = 0, 1, 2, \ldots \text{ad inf.} \\ k = 1, 2, \ldots, 2n+1 \\ i = 0, 1, 2 \ldots p\,. \end{array}\right\} \tag{73}$$

Rangeons les fonctions $u_{n,k,i}$ dans un certain ordre de façon que leur ensemble puisse être représenté par celui des termes d'une suite infinie:

$$u_1, u_2, u_3, \ldots$$

puis, formons une nouvelle suite infinie:

$$v_1, v_2, v_3, \ldots \tag{74}$$

de la façon suivante: posons:

$$v_1 = c_{11} u_1$$

$$v_k = \sum_{i=1}^{k-1} c_{ki} v_i + c_{kk} u_k$$

en donnant aux constantes c des valeurs telles que l'on ait:

$$\left.\begin{array}{l} \displaystyle -\iint_{(S)} v_k \frac{dv_k}{dN} ds = 1 \quad (k = 1, 2, 3 \ldots) \\ \displaystyle \iint_{(S)} v_k \frac{dv_j}{dN} ds = 0, \text{ pour } j \neq k\,. \end{array}\right| \tag{75}$$

L'ensemble des équations (73) est évidemment équivalent à l'ensemble des équations suivantes:

$$(76)\quad \iiint_{(D)} \left\{ \frac{\partial(\Phi-u)}{\partial x}\frac{\partial v_k}{\partial x} + \frac{\partial(\Phi-u)}{\partial y}\frac{\partial v_k}{\partial y} + \frac{\partial(\Phi-u)}{\partial z}\frac{\partial v_k}{\partial z} \right\} dx\,dy\,dz = 0 \quad (k=1,2,3,\ldots).$$

Donc ces équations constituent un ensemble de conditions nécessaires et suffisantes pour que l'intégrale (4) soit nulle, pourvu que le point (x, y, z) soit extérieur au domaine (D).

§ 34. Je vais démontrer maintenant que la fonction u, harmonique à l'intérieur du domaine (D), tendant uniformément vers zéro à l'infini et telle que ses valeurs périphériques coïncident avec celles de la fonction Φ, peut être représentée par la série suivante:

$$(77)\qquad u = \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k$$

où les coefficients ont les valeurs suivantes:

$$(78)\qquad c_k = -\iint_{(S)} \Phi \frac{dv_k}{dN}\, ds$$

la série précédente étant uniformément convergente dans tout domaine intérieur au domaine (D).

Bien que le domaine (D) s'étende à l'infini, la manière dont se comportent les fonctions Φ et v_k lorsque l'expression:

$$x^2 + y^2 + z^2$$

croît indéfiniment est telle que nous pourrons, en raisonnant comme au § 15 (p. 145), démontrer que la série:

$$(79)\qquad \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2$$

est convergente et que l'on a:

$$(80)\quad \iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\,dy\,dz \geqq \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2.$$

Posons:

$$w_{n,p} = \sum_{k=n}^{n+p} c_k v_k . \qquad (81)$$

A cause des relations (75), nous aurons:

$$\iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = \sum_{k=n}^{n+p} c_k^2 .$$

Il résulte de cette équation et de la convergence de la série (79) que l'on a:

$$\lim_{n=\infty} \iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = 0 , \qquad (82)$$

la convergence vers zéro de l'intégrale du premier membre étant uniforme par rapport à l'ensemble des valeurs entières et positives de p.

On aura donc a fortiori:

$$\lim_{n=\infty} \iiint_{(D)} \left(\frac{\partial w_{n,p}}{\partial x}\right)^2 dx\, dy\, dz = 0 \qquad (83)$$

ainsi que des équations analogues relatives aux dérivées de la fonction $w_{n,p}$ par rapport à y et par rapport à z, avec la même propriété d'uniformité de convergence que pour l'intégrale qui figure au premier membre de (82).

En se reportant aux §§ 5 et 6 du mémoire rappelé au commencement du § 16 (p. 146), on tirera de ce qui précède les conclusions suivantes:

1⁰ les séries:

$$\left.\begin{aligned} U_1 &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial x} \\ U_2 &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial y} \\ U_3 &= \sum_{k=1}^{\infty} c_k \frac{\partial v_k}{\partial z} \end{aligned}\right\} \qquad (84)$$

sont uniformément convergentes dans tout domaine intérieur au domaine (D).

2° Chacune des intégrales:

$$\iiint\limits_{(D)} U_i^2\,dx\,dy\,dz \qquad (i = 1, 2, 3)$$

est finie.

3° Si l'on désigne par F une fonction arbitraire à cela près que l'intégrale:

$$\iiint\limits_{(D)} F^2\,dx\,dy\,dz$$

ait un sens, on a:

$$(85) \qquad \iiint\limits_{(D)} U_1\,F\,dx\,dy\,dz = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iiint\limits_{(D)} v_k\,F\,dx\,dy\,dz$$

ainsi que des relations analogues relatives à U_2 et U_3.

4° On a:

$$(86) \qquad \iiint\limits_{(D)} (U_1{}^2 + U_2{}^2 + U^2{}_3)\,dx\,dy\,dz = \sum_{k=1}^{\infty} c_k{}^2 .$$

Considérons une sphère (Σ), ayant pour centre l'origine des coordonnées, et pour rayon une longueur R assez grande pour que la frontière (S) du domaine (D) soit intérieure à cette sphère. Désignons par v une fonction harmonique dans (D), tendant uniformément vers zéro à l'infini et telle que l'intégrale:

$$\iiint\limits_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\,dy\,dz$$

ait une valeur finie. La fonction v pourra être représentée, à l'extérieur de la sphère (Σ), au moyen de la série suivante:

$$(87) \qquad v = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{r^{2n+1}} \sum_{k=1}^{2n+1} A_{n,k}\,\Pi_{n,k}$$

en posant:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}\,.$$

en représentant par les $A_{n,k}$ des constantes et en conservant aux symboles $\Pi_{n,k}$ la signification du § 27. On trouvera aisément en s'appuyant sur l'égalité (22):

$$v^2 < \frac{R}{2\pi(r^2 - R^2)} \iiint\limits_{(\Omega)} \left\{ \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\,dy\,dz, \text{ pour } r > R$$

où l'on a représenté par (Ω) le domaine formé par l'ensemble des points extérieurs à la sphère (Σ). On aura donc à plus forte raison:

$$v^2 < \frac{R}{2\pi(r^2 - R^2)} \iiint\limits_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\,dy\,dz, \text{ pour } r > R.$$

Remplaçons dans cette inégalité la fonction v par la fonction $w_{n,p}$ définie par l'équation (81) et reportons-nous à l'égalité (82). Nous arriverons facilement à la conclusion suivante: la série (77) converge uniformément à l'extérieur et sur la surface de toute sphère (Σ') concentrique à la sphère (Σ) et de rayon plus grand que celui de celle-ci.

Choisissons maintenant à l'extérieur de la sphère (Σ), un point quelconque A dont la position restera fixe dans ce qui va suivre.

D'après ce qui vient d'être établi, la série:

$$\sum_{k=1}^{\infty} c_k\, v_k(A) \tag{88}$$

où l'on a désigné d'une façon générale par $v_k(A)$ la valeur de v_k en A, sera convergente. Considérons maintenant un point quelconque B situé à l'intérieur du domaine D et joignons-le au point A par une ligne $\overparen{AMB}$ (soit par exemple une ligne polygonale) telle que chacun des points de cette ligne soit intérieur au domaine (D). Les séries (84) étant uniformément convergentes sur la ligne $\overparen{AMB}$, on aura:

$$\int\limits_{\overparen{AMB}} (U_1\, dx + U_2\, dy + U_3\, dz) = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int\limits_{\overparen{AMB}} \left(\frac{\partial v_k}{\partial x} dx + \frac{\partial v_k}{\partial y} dy + \frac{\partial v_n}{\partial z} dz \right).$$

Or:

$$\int\limits_{\overparen{AMB}} \left(\frac{\partial v_k}{\partial x} dx + \frac{\partial v_k}{\partial y} dy + \frac{\partial v_k}{\partial z} \right) = v(B) - v(A),$$

en désignant par $v_k(B)$ la valeur de v_k en B. Par conséquent la série:

$$\sum_{k=1}^{\infty} c_k \left\{ v_k(B) - v_k(A) \right\}$$

est convergente. Donc, puisqu'il en est de même de la série (88), il en sera encore de même de la série:

$$(89) \qquad \sum_{k=1}^{\infty} c_k v_k(B).$$

Cela prouve que la série (76) est convergente en tout point intérieur au domaine (D).

Mais il y a plus: Supposons que le point B varie de façon que sa distance à l'origine des coordonnées O ne devienne pas supérieure à $\overline{OA}$ et que sa plus courte distance à la frontière du domaine (D) ne descende pas au-dessous d'une limite non nulle δ, mais que l'on pourra d'ailleurs prendre arbitrairement petite. Soit (D_δ) le domaine formé par l'ensemble des positions précédentes du point B. Lorsque le point B varie dans (D_δ), la ligne $\widetilde{AMB}$ variera nécessairement, mais on pourra évidemment toujours s'arranger de façon qu'aucun de ses points ne sorte du domaine (D_δ) et que de plus, la longueur totale de cette ligne reste inférieure à une longueur constante L assez grande. Il résulte de ces remarques et de l'uniformité de convergence des séries (84) dans (D_δ), que la série (89) sera aussi uniformément convergente dans le domaine (D_δ). Or cette série est, d'après ce que l'on a vu plus haut, uniformément convergente lorsque la distance du point B à l'origine des coordonnées ne descend pas au dessous de OA. Nous arrivons donc à la conclusion suivante: la série (77) est uniformément convergente dans tout domaine intérieur au domaine (D) et elle définit par conséquent une fonction u harmonique dans (D) et tendant uniformément vers zéro à l'infini; on a de plus:

$$(90) \qquad \frac{\partial u}{\partial x} = U_1, \ \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right) = U_2, \ \frac{\partial u}{\partial z} = U_3$$

et par conséquent:

$$(91) \qquad \iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = \sum_{k=1}^{\infty} c_k^2$$

en vertu de (86).

Rapprochons maintenant les faits suivants: en vertu de (91) l'intégrale:

$$\iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz$$

a une valeur finie; à cause des relations (90), il est permis de remplacer U_1, U_2, U_3 dans la relation (85) et les relations analogues relatives à U_2 et U_3 par $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$ et $\frac{\partial u}{\partial z}$; enfin les coefficients de la série (77) sont déterminés par les formules (78), équivalentes aux suivantes:

$$c_k = \iiint_{(D)} \left\{ \frac{\partial \Phi}{\partial x} \frac{\partial v_k}{\partial x} + \frac{\partial \Phi}{\partial y} \frac{\partial v_k}{\partial y} + \frac{\partial \Phi}{\partial z} \frac{\partial v_k}{\partial z} \right\} dx\, dy\, dz\,.$$

On conclura immédiatement de ces rapprochements, de la conclusion du § 33 et du théorème fondamental du § 26 (p. 164), que la fonction u définie par l'équation (77), admet des valeurs périphériques déterminées, lesquelles coïncident avec celles de la fonction Φ.

D'ailleurs la fonction u tend, nous l'avons vu, uniformément vers zéro à l'infini. Donc, le théorème énoncé au début de ce paragraphe est démontré.

On conclura immédiatement de ce théorème, en tenant compte de la remarque présentée au § 25, que, avec la restriction énoncée dans l'Introduction au § 3, toute fonction u continue sur (S) et dans (D), harmonique à l'intérieur du domaine (D) et tendant uniformément vers zéro à l'infini, est développable en une série de la forme (77) avec les valeurs suivantes des coefficients:

$$c_k = \iint_{(S)} u \frac{dv_k}{dN}\, ds\,; \quad (k = 1, 2, 3 \ldots)$$

on voit en outre que la condition de validité des formules (77) et (78), telle qu'elle est donnée au § 3, équivaut à la suivante: la fonction u, continue sur (S) et dans le domaine (D), harmonique dans ce domaine et tendant uniformément vers zéro à l'infini doit être telle que l'intégrale:

$$\iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz$$

ait une valeur finie.

§ 35. Pour établir d'une façon complète tous les résultats an-

noncés dans l'Introduction, il nous reste à faire voir que la série (77) jouit des propriétés analogues à celles qui, pour la série correspondante, relative à un domaine non borné, défini dans le plan, ont été établies au § 23.

Ainsi que nous avons eu déjà l'occasion de le faire remarquer, il résulte des équations (90) et (85) que l'on a:

$$\int\!\!\int_D\!\!\int \frac{\partial u}{\partial x} F\,dx\,dy\,dz = \sum_i c_i \int\!\!\int_D\!\!\int \frac{\partial v_i}{\partial x} F\,dx\,dy\,dz$$

ainsi que des égalités analogues relatives aux dérivées par rapport à chacune des variables y ou z. Cela rapproche les séries déduites de la série (74) par voie d'une dérivation par rapport à l'une des variables x, y, z, des séries uniformément convergentes dans le domaine (D). Pour aller plus loin, nous allons démontrer le lemme suivant:

Désignons par w_0 une fonction continue sur (S) et dans le domaine (D), admettant à l'intérieur de ce domaine des dérivées premières continues, telle que les produits:

$$\sqrt{x^2+y^2+z^2}\,w_0,\quad (x^2+y^2+z^2)\frac{\partial w_0}{\partial x},$$

$$(x^2+y^2+z^2)\frac{\partial w_0}{\partial y},\quad (x+y^2+z^2)\frac{\partial w_0}{\partial z}$$

restent bornés pour toutes les valeurs assez grandes de $x^2+y^2+z^2$, telle enfin que l'intégrale:

$$\int\!\!\int_D\!\!\int \left\{\left(\frac{\partial w_0}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial w_0}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial w_0}{\partial z}\right)^2\right\} dx\,dy\,dz$$

ait un sens. Je dis que l'on aura:

$$(92)\quad \int\!\!\int w_0^2\,ds < l \int\!\!\int_D\!\!\int \left\{\left(\frac{\partial w_0}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial w_0}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial w_0}{\partial z}\right)^2\right\} dx\,dy\,dz\,.$$

en désignant par l une longueur dépendant uniquement de la nature géométrique du domaine (D).

La méthode de Robin[1]) permettra de déterminer un potentiel de simple couche w_1 vérifiant sur (S) la condition suivante:

[1]) Voir mon mémoire: „Sur l'intégration de l'équation $\Delta u + \xi u = 0$" (Journal de Mathématiques pures et appliquées, 1902).

$$\frac{dw_1}{dN} + w_0 = 0,$$

la normale à (S) étant dirigée vers l'intérieur du domaine (D).

Posons:

$$A_i = \iint_{(S)} w_i^2 \, ds \,,$$

$$B_i = \iiint_{(D)} \left\{ \left(\frac{\partial w_i}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial w_i}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w_i}{\partial z} \right) \right\} dx\, dy\, dz \,, \qquad (i = 0,\ 1)$$

nous aurons:

$$A_0 = \iiint_{(D)} \left\{ \frac{\partial w_0}{\partial x} \frac{\partial w_1}{\partial x} + \frac{\partial w_0}{\partial y} \frac{\partial w_1}{\partial y} + \frac{\partial w_0}{\partial z} \frac{\partial w_1}{\partial z} \right\} dx\, dy\, dz$$

$$B_1 = \iint_{(S)} w_0\, w_1\, ds \,.$$

Les inégalités de M. Schwarz donnent:

$$A_0{}^2 < B_0\, B_1 \,; \quad B_1{}^2 < A_0\, A_1 \,,$$

d'où:

$$\frac{B_0}{A_0} > \frac{A_0}{B_1} > \frac{B_1}{A_1} \,. \tag{93}$$

Cela nous ramène à la démonstration de l'inégalité qui résulterait de (92) si l'on y substituait la fonction w_1 à la fonction w_0. L'avantage de cette réduction consiste en ce que la fonction w_1 peut être regardée comme le potentiel dérivant d'une simple couche portée par (S).

Une inégalité due à M. Stekloff[1]) nous donne:

$$A_1 < l_1 \left(B_1{}' + B_1 \right) \tag{94}$$

en désignant par l_1 une longueur ne dépendant que de la nature du domaine (D) et en posant:

$$B'_1 = \iiint_{(D')} \left\{ \left(\frac{\partial w_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial w_1}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w_1}{\partial z} \right)^2 \right\} dx\, dy\, dz$$

[1]) Stekloff. Les méthodes générales pour résoudre les problèmes de la Physique mathématique (Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, t. II). — Voir aussi la p. 77 et les suivantes de mon mémoire cité il y a un instant.

où (D') représente le domaine formé par l'ensemble de ceux des points de l'espace qui n'appartiennent pas à (D).

D'après un théorème dû à M. Poincaré[1]) on a:

$$B'_1 < k\, B_1 \tag{95}$$

en désignant par k une constante numérique dépendant uniquement de la nature du domaine (D). A la vérité la démonstration de M. Poincaré implique des restrictions qui ne permettraient pas d'appliquer cette inégalité actuellement, mais en se rapportant à mon mémoire déja cité: „Sur l'intégration de l'équation $\Delta u + \xi u = 0$" [2]), on lèvera aisément ces restrictions. Cela posé les inégalités (93), (94) et (95) entraînent l'inégalité (92), en posant:

$$l = l_1\,(1 + k)\,.$$

Le lemme est donc établi.

Revenons à la série (77) et posons:

$$R_n = u - \sum_{k=1}^{n} c_k\, v_k\,. \tag{96}$$

On déduira aisément de (91) l'égalité suivante:

$$\iiint_{D} \left\{ \left(\frac{\partial R_n}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_n}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_n}{\partial z}\right)^2 \right\} dx\, dy\, dz = \sum_{k=n+1}^{\infty} c_k^{\,2}\,.$$

Cela prouve que l'intégrale du premier membre tend vers zéro lorsque n croît indéfiniment. Donc, en vertu du lemme qui vient d'être établi, on aura aussi:

$$\lim_{n=\infty} \iint_{(S)} R_n^2\, ds = 0\,. \tag{97}$$

Il résulte de là que l'on aura, comme si la série (77) était uniformément convergente sur (S), la relation suivante:

$$\iint_{(S)} u\, \sigma\, ds = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \iint_{(S)} v_k\, \sigma\, ds\,, \tag{98}$$

[1]) Mémoire sur le Problème de Dirichlet et la méthode de Neumann (Acta mathematica 1896).

[2]) Journal de Mathématiques pures et appliquées, 1902.

en désignant par σ une fonction définie sur (S) et quelconque à cela près que l'intégrale:

$$\int\int_{(S)} \sigma^2 \, ds$$

ait un sens.

Désignons par (Ω) une portion bornée du domaine (D) ayant un volume bien déterminé, mais d'ailleurs quelconque. Soit d'autre part une fonction F quelconque à cela près que l'intégrale:

$$\int\int\int_{(\Omega)} F^2 \, dx \, dy \, dz$$

ait un sens.

On aura, comme si la série (74) était uniformément convergente dans (D) et par suite dans (Ω), la relation suivante:

$$\int\int\int_{(\Omega)} u \, F \, dx \, dy \, dz = \sum_{k=1}^{\infty} c_k \int\int\int_{(\Omega)} v_k \, F \, dx \, dy \, dz \, .$$

On démontrera cette proposition en raisonnant comme nous l'avons fait au § 23 pour établir le théorème analogue relatif au cas où le domaine (D) est défini dans le plan.

En résumé, tous les résultats annoncés dans l'Introduction sont établis d'une façon complète.

---

8. *Badania nad dyspersyą światła w gazach. II. Dyspersya etylenu i etanu. — Untersuchungen über die Dispersion des Lichtes in Gasen. II. Die Dispersion des Äthylens und Äthans.* Mémoire de M. **STANISLAS LORIA**, présenté par M. A. Witkowski m. t.

Dulong[1]) und Mascart[2]) untersuchten die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im Äthylen.

Dulong bestimmte den Brechungsexponenten für weißes Licht und fand

$$n_{0;760} = 1{\cdot}000678.$$

[1]) *Ann. de Chim. et de Phys.* Vol. 31; S. 172, 1826.

[2]) *C. R.* 86, S. 321 und 1182, 1878.

Mascart's Angabe bezieht sich auf die Refraktion des genannten Gases für Na-Licht, bezogen auf Luft und lautet:

$$n - 1 = 2{\cdot}46.$$

Dabei fehlt jedoch jede nähere Angabe über die tatsächlichen Versuchsbedingungen. Von der Temperatur wird gesagt: „une température voisine de 12 degrés“; der Druck wird nicht angegeben.

J. W. Brühl[1]) hat den Mascart'schen Wert auf 0° 760 $^{m}/_{m}$ Hg reduziert. Da jedoch die von ihm benutzte Reduktionsformel, wegen der unzureichenden Angaben Mascart's, wohl als unsicher bezeichnet werden kann, so ist auch der Wert

$$n_D = 1{\cdot}000723$$

bloß als annäherungsweise richtig zu betrachten. Dagegen fehlen für Äthan auch diese dürftigen Angaben, und es scheint überhaupt nicht untersucht gewesen zu sein.

Zur Bestimmung der Dispersion der genannten Gase im sichtbaren Spektrum wurde eine der von mir vor kurzem beschriebenen[2]) ganz ähnliche Methode angewandt. Die von der früheren etwas abweichende Versuchsanordnung ist in Fig. 1 dargestellt. Das durch die Blende (B_1) durchgehende Licht eines Nernstfadens (N) wird von der Linse (L_1) nahezu parallel gemacht, in das in der ersten Abhandlung beschriebene Michelson'sche Interferometer geworfen, durch die Linse (L_2) wieder gesammelt, um nach dem Durchgang durch die Blende (B_2) auf den Spalt eines Spektralapparates konzentriert zu werden. Ist das Interferometer in „Nullstellung“, so erscheint im Okular ein reines kontinuierliches Spektrum. Entfernt man etwa den Spiegel (S_1) von der „Nullstellung“, so bilden sich im Spektrum Interferenzstreifen, die anfangs breit und verwaschen, später immer enger und schärfer werden. Durch entsprechende Justierung der Spiegel (S_1) und (S_2) erreicht man leicht die für die Beobachtung günstigste Schärfe und Entfernung einzelner Minima. Unter entsprechend gut gewählten Bedingungen kann man dann bequem etwa 130 Streifen zählen und $^1/_{10}$ einer Streifenbreite schätzen.

Im übrigen blieb die früher benutzte Anordnung unverändert.

[1]) *Zeitschr. f. phys. Chemie*, 7. 1. u. ff. 1891.

[2]) *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, Déc. 1908, S. 1059 u. ff.

Das Spektroskop, der früher als Monochromator dienende, jetzt mit Okular und Fadenkreuz ausgerüstete festarmige Apparat wurde vor und nach jeder Messungsreihe sorgfältig geeicht.

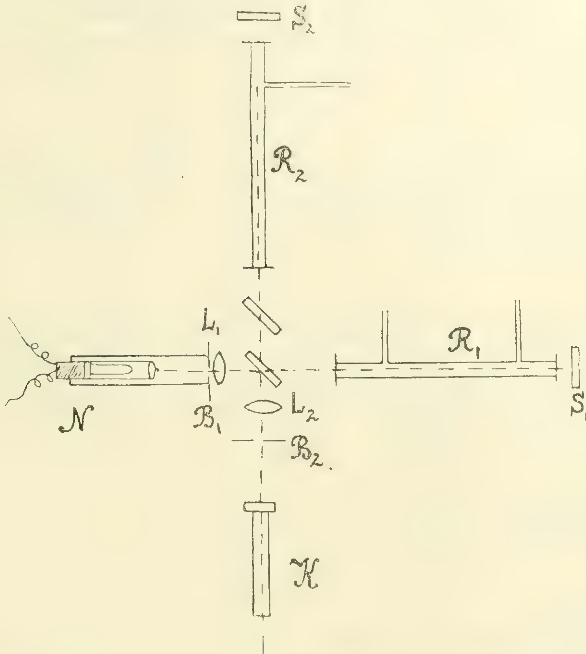


Fig. 1.

Die absolute Bestimmung einzelner Brechungsexponenten geschah in derselben Weise, wie sie in der zitierten Abhandlung beschrieben wurde: nachdem man die beim Zufluß des untersuchten Gases durch das auf eine bestimmte Welle eingestellte Fadenkreuz wandernden Streifen gezählt und die der Zahl (N) entsprechende Druckänderung (p) beobachtet hat, berechnete man den Brechungsexponenten bei 0° C 760 m/m Hg aus der Beziehung

$$n - 1 = \frac{N\lambda}{pl}(1 + \alpha t)\,760\,. \tag{1}$$

Bei der Bestimmung der Dispersion muß in Betracht gezogen werden, daß der Spiegel (S_1) von der „Nullstellung“ entfernt worden ist, d. h. daß in den Weg eines von den Strahlen eine Luftplatte ein-

geschoben wurde, deren Dispersion eliminiert werden muß. Es geschieht dies leicht auf Grund folgender Überlegung. Beim Anfangszustand (Druck p_1 m/m) sei δ_1 die Anzahl der Streifen, die im Spektrum zwischen den Wellen λ_1 und λ_2 liegen. Den Endzustand (Druck p_2 m/m) erreicht man, indem man N Streifen durch das Fadenkreuz an der Stelle λ_1 ziehen läßt. Der Brechungsexponent für λ_1 ist daher

(2) $$n_1 - 1 = K . N . \lambda_1 ,$$

wo K eine konstante Größe darstellt. Die Anzahl der jetzt beim Endzustand zwischen den Wellen λ_1 und λ_2 liegenden Streifen sei $\delta_2 > \delta_1$. Die Differenz

$$\delta_2 - \delta_1 = \delta$$

besagt, daß wenn die absolute Bestimmung für die Welle λ_2 vorgenommen worden wäre, $(N + \delta)$ Streifen bei derselben Druckänderung $(p_2 - p_1 = p)$ durchs Fadenkreuz hätte wandern müssen.

Es ist also:

(2) $$n_2 - 1 = K (N + \delta) \lambda_2 .$$

Aus (2) und (3) folgt:

(4) $$n_2 - 1 = \left(1 + \frac{\delta}{N}\right) \frac{\lambda_2}{\lambda_1} (n_1 - 1).$$

Demzufolge wurde die Größe δ für folgende Wellenlängenintervalle ermittelt:

$6{\cdot}677 . 10^{-5}$ cm	und	$6{\cdot}185 . 10^{-5}$ cm
	„	$5{\cdot}896 . 10^{-5}$ „
	„	$5{\cdot}790 . 10^{-5}$ „
	„	$5{\cdot}461 . 10^{-5}$ „
	„	$5{\cdot}230 . 10^{-5}$ „

Außer der absoluten Bestimmung für $\lambda = 6{\cdot}677 . 10^{-5}$ cm wurde zur Kontrolle auch die Bestimmung für $\lambda = 5{\cdot}896 . 10^{-5}$ cm vorgenommen.

Um die Exaktheit des befolgten Verfahrens zu prüfen, habe ich die bekannte Dispersion der Luft neu bestimmt [1]). Die Resultate sind in folgenden Tabellen zusammengestellt.

[1]) Die Luft wurde dem Garten des Instituts entnommen und mit Phosphorpentoxyd getrocknet.

TABELLE I.

$\lambda = 6{\cdot}677 \,.\, 10^{-5}$ cm Luft. $l = 105{\cdot}20$ cm

Nr.	Druckänderung in $^{m}/_{m}$ Hg 0° C	Anzahl der Streifen	Temperatur des Rohres	$n_{0;760}$
1.	282·43	160	18·3	1·0002915
2.	230·61	130·1	18·85	1·0002909
3.	231·16	130	19·8	1·0002909
4.	230·76	130	19·8	1·0002914
5.	231·36	130·5	19·5	1·0002915
6.	230·98	130	19·4	1·0002907
			Mittel	1·0002911

TABELLE II.

$\lambda = 5{\cdot}896 \,.\, 10^{-5}$ cm Luft. $l = 105{\cdot}20$ cm

Nr.	Druckänderung in $^{m}/_{m}$ Hg 0° C	Anzahl der Streifen	Temperatur des Rohres	$n_{0;760}$
1.	200·93	129	18·4	1·0002918
2.	201·13	129·2	18·4	1·0002922
3.	202·32	130	18·4	1·0002921
4.	201·13	129·2	18·4	1·0002922
5.	201·13	129·2	18·3	1·0002920
6.	200·93	129·2	18·3	1·0002923
			Mittel	1·0002921

Aus der Bestimmung der Dispersion ergab sich die folgende Tabelle der Brechungsexponenten.

TABELLE III.

Dispersion der Luft.

	λ in 10^{-5} cm	$n_{0;760}$
a)	6·677	1·0002911
b)	6·185	1·0002916
c)	5·896	1·0002922
d)	5·790	1·0002923
e)	5·461	1·0002929
f)	5·230	1·0002933

Man sieht, daß das Resultat der relativen Bestimmung dem der absoluten gleich ist und die ermittelte Dispersion innerhalb der Fehlergrenzen mit den besten bekannten Beobachtungen übereinstimmt.

Äthylen (C_2H_4). Das Äthylen wurde aus Alkohol und konzentrierter Schwefelsäure hergestellt. Das sich beim Erhitzen dieser Mischung bildende Gas wurde durch Waschflaschen mit konz. Schwefelsäure und konz. Natronlauge geleitet und in einem Glasgasometer aufgefangen. Da dieses Produkt jedoch nicht rein genug ist, um zur Bestimmung physikalischer Konstanten dienen zu können, wurde es mittels fraktionierter Destillation bei der Temperatur der flüssigen Luft gereinigt.

Die Resultate der Messungen sind in folgenden Tabellen IV, V, VI zusammengestellt:

TABELLE IV.

$\lambda = 6{\cdot}677 \,.\, 10^{-5}$ cm Äthylen. $l = 105{\cdot}20$ cm

Nr.	Druckänderung in $^m/_m$ Hg 0^0 C	Anzahl der Streifen	Mittlere Temperatur des Rohres	$n_{0,760}$
1.	103·44	131	18·4	1·0006519
2.	101·85	128·9	18·4	1·0006515
3.	102·25	129·5	18·37	1·0006520
4.	102·84	130·2	18·3	1·0006515
5.	102·25	129·7	18·27	1·0006524
6.	102·26	129·6	18·0	1·0006516
7.	101·86	129·1	17·9	1·0006514
8.	102·65	130·1	17·9	1·0006514
9.	101·86	129·1	18·0	1·0006516
10.	103·17	130·8	17·7	1·0006512
11.	102·65	130	18·2	1·0006516
12.	103·05	130·6	18·1	1·0006519
			Mittel	1·0006516

Aus fünf voneinander unabhängigen, gut übereinstimmenden Messungen der Dispersion folgen für $\left(1 + \frac{\delta}{N}\right)$ die Werte:

TABELLE V.

Äthylen: $\left(1+\frac{\delta}{N}\right)$.

λ in 10^{-5} cm	6·677 bis 6·185	bis 5·896	bis 5·790	bis 5·461	bis 5·230
$1+\frac{\delta}{N}$	1·082	1·142	1·166	1·241	1·297

woraus sich nachstehende Brechungsexponenten für die betreffenden Wellen ergeben:

TABELLE VI.

Dispersion des Äthylens.

	λ in 10^{-5} cm	$n_{0,760}$
a)	6·677	1·0006516
b)	6·185	1·0006531
c)	5·896	1·0006571
d)	5·790	1·0006588
e)	5·461	1·0006614
f)	5·230	1·0006620

Aus obigen Werten berechnete Konstanten der Cauchy'schen Interpolationsformel

$$n-1=a\left(1+\frac{b}{\lambda^2}\right)$$

sind:

$$a=0{\cdot}0006303$$

$$b=1{\cdot}477\,.\,10^{-10}.$$

Äthan (C_2H_6). Äthan erhielt man auf dem Wege der Grignard'schen Reaktion durch Zersetzung des Magnesium-Brom-Äthyls mit Wasser. Das dabei entwickelte Gas wurde durch Waschflaschen mit rauchender Schwefelsäure geleitet und in einem mit Kalilaugelösung gefüllten Gasometer gesammelt. Um sich zu vergewissern, daß keine beachtenswerten Mengen von Äthylen als Nebenprodukt mitgenommen wurden, habe ich den Assistenten des

hiesigen chemischen Instituts, Herrn Wl. Sobecki, der mir in liebenswürdiger Weise bei der Herstellung des Gases behilflich war, gebeten, eine Prüfung desselben auf Äthylen vorzunehmen. Es konnten jedoch keine merklichen Mengen von Äthylen nachgewiesen werden, was auch von vornherein wahrscheinlich war. Ich spreche dem genannten Herrn meinen verbindlichen Dank aus.

Die Messungen führten zu nachstehenden Resultaten:

TABELLE VII.

$\lambda = 6{\cdot}677 \,.\, 10^{-5}$ cm Äthan. $l = 105{\cdot}20$ cm

Nr.	Druckänderung in m/m Hg 0° C	Anzahl der Streifen	Temperatur des Rohres	$n_{0\cdot760}$
1.	90·49	131·4	18·45	1·0007477
2.	105·65	153·5	18·2	1·0007475
3.	113·42	165	17·97	1·0007477
4.	103·06	149·9	17·77	1·0007472
5.	88·29	128·2	18·65	1·0007479
6.	89·49	129·9	18·82	1·0007483
7.	89·89	130·6	18·47	1·0007481
8.	89·70	130·5	17·9	1·0007477
9.	89·73	130·8	17·4	1·0007479
10.	89·29	129·7	18·5	1·0007481
			Mittel	1·0007478

Absolute Bestimmung für $\lambda = 5{\cdot}896 \,.\, 10^{-5}$ cm gibt

$$n_{D_1} = 1{\cdot}0007524.$$

TABELLE VIII.

Athan $\left(1 + \frac{\delta}{N}\right)$.

λ in 10^{-5} cm	6·677 bis 6·185	bis 5·896	bis 5·790	bis 5·461	bis 5·230
$1 + \frac{\delta}{N}$	1·084	1·140	1·163	1·237	1·292

Daraus folgen die Brechungsexponenten:

TABELLE IX.

Dispersion des Äthans.

	λ in 10^{-5} cm	$n_{0°760}$
a)	6·677	1·0007478
b)	6·185	1·0007509
c)	5·896	1·0007528
d)	5·790	1·0007542
e)	5·461	1·0007566
f)	5·230	1·0007568

Die Cauchy'schen Konstanten lauten:

$$a = 0·0007365$$

$$b = 9·308 \,.\, 10^{-11}.$$

Ich habe die Dispersion der gasförmigen Kohlenwasserstoffe möglichst exakt untersucht, weil ich von ihr wichtiges für die Dispersionstheorie erwarten zu dürfen glaubte.

Die von Natanson abgeleitete Beziehung [1])

$$\varDelta = \frac{3\,(n_2 - n_1)\,\lambda_1^2\,\lambda_2^2}{2\,(n_1 - 1)(n_2 - 1)(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)}$$

bietet nämlich ein sehr empfindliches Mittel, wichtige Fragen der Theorie an der Hand der Erfahrung zu entscheiden. Hierbei kommt in erster Linie die Frage nach der Berechtigung der Annahme monoelektronischer Konstitution für gasförmige Isolatoren in Betracht. Nur unter dieser speziellen Annahme gilt obige Beziehung, und zwar soll dann $\varDelta$ im ganzen betrachteten Spektralbezirke (mindestens wenn dieser weit von Absorptionsstreifen liegt) eine Konstante von der Größenordnung 10^{-7} cm² sein. Es zeigt sich nun, daß im Falle des Acetylens, Methans, Äthylens und Äthans, die ebenso wie die Kohlensäure bekanntlich ultrarote Absorptionsbanden haben, die Größe $\varDelta$, soweit es sich um das sichtbare Spektrum handelt, konstant bleibt.

1) *Bull. Int. de l'Acad. des Sciences de Cracovie* für 1907, S. 332.

Sie war[1])

für Acetylen (im Mittel)	$\Delta = 4{\cdot}05$
für Methan „ „	$= 4{\cdot}48.$

Für Äthylen ergibt sie sich jetzt

aus (*a*) und (*e*) . . .	$\Delta = 3{\cdot}07$
(*b*) „ (*f*) . . .	$\Delta = 2{\cdot}83$
(*c*) „ (*e*) . . .	$\Delta = 3{\cdot}11$
(*a*) „ (*d*) . . .	$\Delta = 3{\cdot}40$
Mittel . . .	$\Delta = 3{\cdot}10$

für Äthan

aus (*a*) und (*f*) . . .	$\Delta = 1{\cdot}69$
(*b*) „ (*e*) . . .	$\Delta = 2{\cdot}03$
(*a*) „ (*d*) . . .	$\Delta = 2{\cdot}30$
(*c*) „ (*e*) . . .	$\Delta = 2{\cdot}10$
Mittel . . .	$\Delta = 2{\cdot}03.$

Im betrachteten Spektralbezirke können daher die untersuchten Gase mit genügender Annäherung als monoelektronische Substanzen behandelt werden.

Ist das der Fall, so ist auch der weitere von Natanson angebahnte Weg gangbar. Für das Modell einer Substanz, die nur eine einzige Gattung beweglicher Elektronen besitzt, gilt die Beziehung[2])

$$a\Delta = \frac{3\pi c^2}{\frac{e}{m} \cdot e M}$$

= eine universelle Konstante, wobei a die Anzahl der „Dispersionselektronen" pro Molekül bezeichnet.

Dies legt uns jedoch die Frage nach der Beziehung zwischen den „Dispersionselektronen" und der chemischen „Valenz" nahe. Versucht man die Hypothese[3]) von Natanson: $a = v =$ Summe

[1]) a. a. O. S. 1066.

[2]) a. a. O., S. 347.

[3]) Übrigens ist sie von Natanson nur mit Vorbehalt, als eine Art Arbeits-Hypothese, angenommen worden (a. a. O., S. 331—332, 343—344; insbesondere S. 347—348 und 351).

der Valenzen anzuwenden, so kommt man zu dem Schluß, daß sieq die Kohlenwasserstoffe der „$v\Delta$“-Regel nicht fügen.

Man bekam nämlich früher

für Methan ($v = 8$) . . . $v\Delta = 35{\cdot}84$
für Acetylen ($v = 10$) . . . $v\Delta = 40{\cdot}50$.

Ebenso bekommt man jetzt

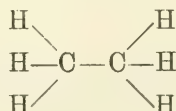
für Äthylen ($v = 12$) . . . $v\Delta = 37{\cdot}20$
für Äthan ($v = 14$) . . . $v\Delta = 28{\cdot}42$
anstatt etwa 16.

Folgt man andererseits J. J. Thomson und entscheidet sich für sein Modell der elektronischen Struktur des Atoms, so muß man etwa folgende Betrachtung anstellen:

Bekanntlich findet nach J. J. Thomson [1]) bei einer chemischen Vereinigung eine Übertragung von Elektronen (Korpuskeln) von einem Atom auf ein anderes statt, und es ist die Anziehung der positiven und der negativen Ladung, die dazu beiträgt, die Elemente in der Verbindung festzuhalten. Von der Anzahl Elektronen, sagt J. J. Thomson [2]), die ein Atom unter dem Einfluß von Atomen anderer Elemente aufnehmen oder abgeben kann, hängt die Valenz jenes Atoms ab. Da diese „Valenzelektronen“ diejenigen sind, die am leichtesten bewegt werden können, so müssen sie den größten Einfluß auf den Brechungsexponenten ausüben [3]).

Wollen wir von diesem Standpunkte aus die Resultate unserer Messungen der Dispersion gasförmiger Kohlenwasserstoffe betrachten, so finden wir die einfachsten Verhältnisse bei Methan [4]) vor. Berücksichtigt man nämlich den elektropositiven Charakter des Wasserstoffatoms [5]), so muß man für Methan $a = 4$ setzen; somit ist für dieses Gas $a\Delta = 17{\cdot}92$.

Äthan wird durch die Formel



[1]) *The Corpuscular Theory of Matter*. London 1907. p. 127 sqq.
[2]) a. a. O., S. 138. [3]) a. a. O., S. 156.
[4]) *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, Déc. 1908, S. 1066.
[5]) J. J. Thomson, a. a. O., S. 131.

ausgedrückt. „Wenn wir annehmen", sagt J. J. Thomson[1], „daß „die Vereinigung der beiden Kohlenstoffatome miteinander von „einer Übertragung eines Korpuskels von einem Atom auf das an„dere begleitet ist..... so würde das eine Kohlenstoffatom eine „Ladung von vier Einheiten negativer Elektrizität, das andere „dagegen eine Ladung von nur zwei Einheiten besitzen". Demnach müßte man $a = 6$ setzen und bekäme $a\Delta = 12{\cdot}18$. Eine ähnliche Betrachtung gibt

für Äthylen $a = 4$ . . . $a\Delta = 12{\cdot}40$;
für Acetylen[2] $a = 4$ . . . $a\Delta = 16{\cdot}20$.

Stellt man die entsprechenden Zahlen, zu welchen einerseits die Natanson'sche, andererseits die J. J. Thomson'sche Hypothese führt, nebeneinander

	nach Natanson	nach J. J. Thomson
CH_4	$v = 8$ . . . $v\Delta = 35{\cdot}84$	$a = 4$ . . . $a\Delta = 17{\cdot}92$
C_2H_6	$v = 14$ . . . $v\Delta = 28{\cdot}42$	$a = 6$ . . . $a\Delta = 12{\cdot}18$
C_2H_2	$v = 10$ . . . $v\Delta = 40{\cdot}50$	$a = 4$ . . . $a\Delta = 16{\cdot}20$
C_2H_4	$v = 12$ . . . $v\Delta = 37{\cdot}20$	$a = 4$ . . . $a\Delta = 12{\cdot}40$

so sieht man, daß sowohl die Werte von $v\Delta$, wie auch diejenigen von $a\Delta$ um einen konstanten Wert herumschwanken. Dabei ist aber $v\Delta$ ungefähr zweimal größer als der Mittelwert, den Natanson für andere Gase berechnet hat; $a\Delta$ hingegen läßt sich wieder mit dem Werte, den man bei ähnlicher Betrachtungsweise z. B. für H_2 erhält

$$(a = 1 \ . \ . \ . \ a\Delta = \Delta = 7{\cdot}94)$$ [3]

nicht vereinbaren.

Faßt man daher die Ergebnisse zusammen, so muß man vorderhand konstatieren, daß die bisherigen Versuche der Theorie (wenigstens in ihren einfachsten Formen) die Beziehung zwischen

[1]) a. a. O., S. 131.

[2]) *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, Déc. 1908, S. 1066.

[3]) Natanson. *Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie*, Avr. 1907, S. 349.

den „Dispersions-“ und „Valenz“-Elektronen zu erfassen im Falle der Kohlenwasserstoffe keine Bestätigung in der Erfahrung gefunden haben. Es muß jedoch noch ein viel reicheres und exaktes Beobachtungsmaterial gesammelt werden, ehe man in dieser schwierigen und interessanten Frage zu einem sicheren Ergebnis gelangen dürfte.

Breslau, Physikalisches Institut der königl. Universität. Am 25. Jänner 1909.

---

9. *Wyodrębnianie ziem rzadkich z mariupolitu. — Gewinnung von seltenen Erden aus dem Mariupolit.* Mémoire de M. **J. MOROZEWICZ** m. c.

Eine der Gangvarietäten des Mariupolits zeichnet sich durch einen eigentümlichen Mineralbestand aus. Sie bildet nämlich ein Gemisch von folgenden Mineralien: Albit, Nephelin, Ägirin, Magnetit, Zirkon, Beckelith [1]), Pyrochlor und Flußspat, von denen die drei ersten stark überwiegen. Die seltenen Elemente befinden sich im Beckelith (Cer-Gruppe) und im Pyrochlor (Tantal-Gruppe). Die Gesamtmenge der beiden Mineralien beträgt nicht mehr als 0·5% des ganzen Gesteines, und zwar die Beckelithmenge zirka 0·3%, die des Pyrochlors zirka 0·2%. Schon lange war ich mit der Idee beschäftigt, einen leichten Weg zu finden, wonach man imstande wäre, die im Mariupolit vorkommenden Cer-Erden zu gewinnen, d. h. dieselben von den stark überwiegenden Eisen-, Aluminium- und Titan-Oxyden quantitativ zu trennen. Nach vielen im vorigen Jahre ausgeführten Versuchen habe ich endlich ein Verfahren gefunden, das am raschesten zum Ziele zu führen scheint.

Da nun der Nephelin und Beckelith, wie dies aus meinen früheren Erfahrungen hervorgeht, sich leicht in verdünnter Salzsäure lösen, so lassen sie sich bequem von den übrigen Gemengteilen des Mariupolits in quantitativer Weise trennen [2]). Von dieser Eigenschaft machte ich Gebrauch, so oft ich aus einer größeren Gesteinsportion die seltenen Erden erhalten wollte. Dabei spaltet sich jede

[1]) Dieses *Bulletin*, J. 1905, S. 216.

[2]) Über die chemische Zusammensetzung des Nephelins. Dieses *Bulletin*, J. 1907, S. 966.

Portion in zwei Teile: in einen löslichen und einen unzersetzbaren Teil. In dem ersteren finden sich die seltenen Erden aus der Cergruppe, im letzteren die aus der Tantalgruppe, sowie Zirkon und Titan.

I. Ausscheidung von Cer, Lanthan, Didym, Yttrium und Erbium. 10 bis 50 g fein gepulverten Gesteins werden in einer geräumigen Platinschale stark geglüht, mit 150—500 cm³ heißem Wasser übergossen und dann allmählich mit 10—30 cm³ Salzsäure von sp. Gewicht 1·196 unter stetem Umrühren versetzt. Nach halbstündigem Erwärmen filtriert man den ungelöst gebliebenen Rückstand und wäscht ihn gut aus. Das Filtrat, worin sich die ganze Menge des Nephelins und Beckeliths befindet, wird dann in der Platinschale verdampft und die ausgeschiedene Kieselsäure entfernt. Man verdampft die erhaltene Flüssigkeit von neuem, führt die Chloride in Sulfate über, erwärmt dieselben so lange, bis sich die ersten Schwefelsäuredämpfe zeigen und löst dann die Masse in kaltem Wasser. Nun versetzt man die klare Lösung mit reinem Natriumhydroxyd in Stückchen und in genügender Menge, um den sich anfangs reichlich bildenden Tonerdeniederschlag wiederum in Lösung zu bringen. Der restierende, flöckchenartige, schwere Niederschlag besteht dann aus Hydroxyden der Cermetalle, die mit Eisenhydroxyd verunreinigt sind.

Das gewonnene Hydroxydengemisch löst man dann in Salzsäure, verdünnt mit Wasser und schlägt wiederum mit Ammoniak nieder, hauptsächlich um die geringe Kalkmenge zu entfernen. Die sorgfältig gereinigten Hydroxyde werden endgültig in Salpetersäure gelöst und auf dem Wasserbade von überschüssiger Säure befreit. Man verdünnt die schwach sauren Nitrate mit Wasser auf 50 cm³, erwärmt die klare Flüssigkeit und gießt dieselbe tropfenweise in ein Becherglas ein, worin sich großer Überschuß von konzentrierter heißer Oxalsäurelösung findet [1]. Dann scheiden sich schöne Kristallisationen von Oxalaten der seltenen Erden aus, welche sich bald am Boden des Gefäßes sammeln und einen flaumigen, weißen mit einem Stich ins Violette, kleinschuppigen Niederschlag darstellen. Im Filtrat bleibt alles Eisen, auf dem Filter erhält man das ganze Quantum der Oxalate von seltenen Erden. Man versäume aber nicht,

[1]) Vergl. C. R. Böhm. Die Darstellung der seltenen Erden. Bd. II, S. 50. Leipzig 1905.

das Filtrat auf mögliche darin gebliebene, kleine Quantitäten von seltenen Erden zu prüfen. Das geschieht bloß durch Einengen oder Trocknen des Filtrates und durch Wiederauflösung desselben. In der Regel bekommt man nur noch eine winzige Menge von seltenen Oxalaten, deren Reinheit man unter dem Mikroskop konstatiert und mit der Hauptmasse der Oxalate vereinigt. Nach dem Ausglühen erhält man schließlich den Gesamtgehalt an seltenen Erden, welcher von etwaigen fremden Verunreinigungen vollkommen frei ist.

Dieses Verfahren gibt gute, übereinstimmende Resultate und kann in verhältnismäßig kurzer Zeit ausgeführt werden. Je nach der Größe der Gesteinsportion gewinnt man daraus die seltenen Erden schon am zweiten oder dritten Tag nach dem Beginn der geschilderten Manipulationen. Es mögen hier einige Bestimmungen beispielsweise angeführt werden.

A. An Beckelith reicherer Mariupolit.

1. 50 g Gestein gaben 0·1057 g $(Ce, La, Di, Y, Er)_2O_3 = 0{\cdot}21\%$.
2. 5·2341 g desselben gaben 0·0109 g $(Ce, La, Di, Y, Er)_2O_3 = 0{\cdot}21\%$.

B. An Beckelith armer Mariupolit.

1. 8·60 g Gestein gaben 0·0062 g $(Ce, La, Di, Y, Er)_2O_3 = 0{\cdot}07\%$.
2. 50 g desselben gaben 0·0320 g $(Ce, La, Di, Y, Er)_2O_3 = 0.06\%$.

Natürlich sind die erzielten Resultate umso genauer, je reicher das Gestein an seltenen Erden ist.

Schon nach Beendigung dieser und der nächstfolgenden Versuche habe ich mit Vergnügen die vorläufige Mitteilung von M. Dittrich „Über die Bestimmung des Cers und anderer seltenen Erden in Gesteinen“ kennen gelernt [1]. Der Verfasser schlägt fast dieselbe Methode vor, indem er nur statt Oxalsäure die Verwendung von Ammoniumoxalat empfiehlt und theoretische Gründe anführt, warum man bei der Ausscheidung der seltenen Erden einen großen Überschuß von Ammoniumoxalat nehmen soll. Am Ende führt M. Dittrich die Resultate seiner Trennungen an, die er an künstlichen Gemischen der Cerosalze mit Salzen von Eisen und Kalzium angestellt hat.

II. Ausscheidung von Niob- und Tantalsäure aus dem in schwacher Salzsäure unzersetzt gebliebenen Teile. Um aus

[1]) Berichte d. d. Chem. Gesellsch., XXXXI, S. 4373, Dezember 1908.

dem von Nephelin und Beckelith befreiten Gemisch, welches aus Albit, Ägirin, größerem Teil von Magnetit, ferner aus Zirkon, Pyrochlor und Flußspat besteht, Niob- und Tantalsäure auszuscheiden, bediente ich mich folgender Handgriffe. Zu je 10 g des Gesteinspulvers werden 200 cm³ Wasser und 10 cm³ reine konzentrierte Schwefelsäure (von sp. Gew. 1·845) zugefügt, die Mischung wird in einer geräumigen Platinschale auf dem Wasserbade erwärmt und mit Flußsäure portionsweise so lange behandelt, bis alle oben erwähnten Mineralien, den Zirkon ausgenommen, vollkommen zersetzt erscheinen. Das geschieht in 10—12 Stunden bis 2—3 Tagen je nach der Feinheit und Menge des Pulvers. Dann treibt man die überschüssige Fluß- und Schwefelsäure aus, nimmt die noch stark saure Sulfatmasse mit 200 cm³ Wasser auf und erwärmt am Wasserbade. Nach einigen Stunden löst sich die Masse größtenteils auf. Nur das kristallinische Zirkonpulver und die milchweißen Flöckchen von Tantal- und Niobsäure bleiben ungelöst. Man trennt den Zirkon von den beiden Säuren auf die Weise, daß man dem Gemisch nochmals einige Tropfen konzentrierte Schwefel- und Flußsäure zusetzt und den Zirkon mittels eines Platintrichters abfiltriert. In dem Filtrate hat man den größten Teil von Tantal- und Niobsäure, die man durch Austreiben von Flußsäure, durch Verdünnung mit Wasser und durch starkes Kochen wieder in Form eines charakteristischen milchweißen Niederschlages erhält. Die Abscheidung ist meist eine quantitative (Nachprüfung mit Ammoniak!). Ein kleiner Teil von Niobsäure kann aber beim ersten Abfiltrieren der Sulfate in die Lösung übergehen. Um ihn zu fangen, behandelt man die große Sulfatmasse (wie beim Cer) mit festem Natriumhydroxyd und filtriert den entstandenen Eisenniederschlag mit eventueller Beimischung der seltenen Erden ab, glüht ihn und schmelzt mit Kaliumpyrosulfat. Nach Auflösung der Schmelze in kaltem Wasser und nach Erwärmung der Lösung auf dem Wasserbade scheiden sich meist kleine Quantitäten von Niobsäure aus, die man mit der früher erhaltenen Hauptmenge vereinigt. Im Mariupolit ist die Tantalsäure nur in Spuren, die Niobsäure dagegen in etwas größeren Mengen vorhanden.

Auf dem oben gezeigten Wege kommt die Ausscheidung von Niobsäure aus dem Mariupolit glatt zustande und gibt übereinstimmende Resultate:

1) 8·60 g Mariupolit gaben 0·0139 g Nb_2O_5 = 0·16%.
2) 50 g desselben Mariupolits gaben 0·0767 g Nb_2O_5 = 0·15%.

Dabei habe ich bemerkt, daß die Niobsäure bei Auslaugung der Kaliumpyrosulfatschmelze in merklichen Mengen in die Lösung nicht übergeht, wenn man die in der Kälte erhaltene Lösung eine halbe Stunde auf dem Wasserbade erwärmt. Ich meine daher, daß die gegen die Genauigkeit dieser Trennungsweise von C. H. Warren [1]) gerichteten Einwände insofern unbegründet sind, als er das Auslaugen in kaltem Wasser ausführte. Ein gelindes Erwärmen der sauren konzentrierten Sulfatlösung würde eine genaue Hydrolyse der gelösten Niobsäure bewirken, ohne daß man zu befürchten brauchte, daß gleichzeitig auch ein Teil von Titan sich ausscheide. Wäre aber das der Fall, so würde dann ein wiederholtes Schmelzen und Auslaugen in der Wärme gewiß zu einem befriedigenden Resultate führen.

III. Ausscheidung von Zirkonerde (ZrO_2). Bei den Operationen, durch welche die Ausscheidung von Niobsäure erzielt wurde, blieb immer nach Zerstörung anderer Mineralien das kristallinische Pulver von Zirkon ($ZrSiO_4$) übrig, dessen Menge zur angewandten Gesteinsportion jedesmal im gleichen Verhältnis stand. Unter dem Mikroskop bestand das Pulver aus Kristallbruchstückchen mit scharfen Kanten, die in keiner Weise Zersetzungs- oder Zernagungsmerkmale zeigten. Daraus geht hervor, daß der Zirkon auf das Gemisch von Schwefel- und Flußsäure nicht merklich reagiert, obschon die Einwirkungsdauer der beiden Säuren in der Wärme 2—3 Tage betrug. Das zeigen am besten folgende Zahlen:

1) 10 g Mariupolit gaben 0·0056 g Zirkon
2) „ „ „ 0·0056 g „
3) „ „ „ 0·0054 g „

Die an Zirkon reicheren Mariupolitpartien wurden in ähnlicher Weise behandelt und lieferten folgende Resultate:

1) 50 g Gestein gaben 0·8480 g Zirkon = 1·70%
2) 5·2341 g „ „ 0·0943 g „ = 1·80%.

Diese zwei Bestimmungen sind maßgebend. Sie beweisen nämlich, daß trotz des großen Unterschiedes in der Einwirkungsdauer

[1]) Zeitschr f. Kryst., Bd. 43, S. 24 (1907).

der Säuren (im ersten Versuch mehr als 3 Tage, im zweiten nur 12 Stunden), die erhaltenen Zirkonmengen in beiden Fällen doch ziemlich gut übereinstimmen. Um mich zu überzeugen, ob dennoch die Zirkonerde nicht in die Lösung übergegangen ist, habe ich versucht, sie bei Titan nach Entfernung des Eisens zu entdecken. Mit Hilfe der Ammoniumsalizylatmethode[1]) wurde die Zirkonerde wirklich nachgewiesen, aber nur in sehr kleinen Mengen, die (im zweiten Versuch) 0·0015 g (= 0·03%) betrugen. Aber es ist nicht ausgeschlossen, daß etwa ein Teil dieser aufgelösten Zirkonerde nicht nur vom Zirkon, sondern auch vom Pyrochlor und anderen Mineralien stammen kann.

Aus all dem folgt, daß es möglich ist, den Zirkon aus den Silikatgesteinen vermittels Schwefel- und Flußsäure beinahe quantitativ auszuscheiden, besonders wenn man die Operation rasch ausführt und zu große Überschüsse von Säuren vermeidet.

Die Erhaltung von Zirkonerde aus dem so gewonnenen Zirkon ist nun eine ganz leichte Aufgabe. Man braucht nur das Zirkonpulver mit Soda zu schmelzen, die Schmelze in Wasser auszulaugen und die ungelöst gebliebene Zirkonerde zu trennen. Die Brauchbarkeit einer solchen Trennungsweise mögen zwei folgende Bestimmungen illustrieren:

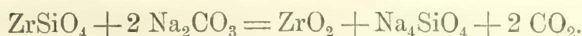
1) 0·3757 g Zirkon gaben 0·2505 g ZrO_2 = 66·68% (theor. 67·01%)
2) 0·8480 g „ „ 0·5663 g „ = 66·78% („ „).

Das beweist zugleich, daß der aus dem Mariupolit mittels Schwefel- und Flußsäure erhaltene Zirkon seinen chemischen Bestand während der Ausscheidungsoperation gar nicht ändert.

Zuletzt sei noch erwähnt, daß der im großen Sodaüberschuß und in der starken Hitze auf dem Gebläse geschmolzene Zirkon sich stets in die in Wasser unlösliche Zirkonerde und das lösliche Natriumorthosilikat umwandelt. Es entsteht dabei die hexagonale Modifikation des Zirkoniumdioxyds in schönen Kriställchen, die eine Kombination von {0001} und {1010} zeigen, optisch einachsig und negativ (—) sind. Genau solche Kriställchen haben schon früher Michel-Lévy und Bourgeois[2]) unter ganz ähnli-

[1]) M. Dittrich, Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. 56 (1907), S. 344.
[2]) Comptes Rendus, Bd. 94 (1882), S. 812.

chen Bedingungen dargestellt. Die oben erwähnte Zersetzung des Zirkons kommt also nach folgender Gleichung zustande:



$$ZrSiO_4 + 2\,Na_2CO_3 = ZrO_2 + Na_4SiO_4 + 2\,CO_2.$$

Die kristallisierte Zirkonerde entsteht edmnach bei der Zersetzung des Zirkons schon in der Schmelze und nicht erst beim Laugen durch die hydrolytische Spaltung von Na_4ZrO_4, wie das z. B. F. P. Treadwell in seinem bekannten Lehrbuche der analytischen Chemie erläutert [1]).

Aus dem Mineralog. Institut d. Jagell. Universität Krakau.

---

10. *O glyoksalinach. — Sur les glyoxalines.* Mémoire de M. **BR. RADZISZEWSKI** m. t.

La constitution de la glyoxaline a été démontrée par mes travaux [2]) et par les recherches de Japp et Robinson [3]). En obtenant la lophine du benzile, de l'aldéhyde benzoïque et de l'ammoniaque, j'ai prouvé qu'il y a dans une molécule de glyoxaline deux atomes de carbone liés ensemble et que le troisième en est séparé par deux atomes d'azote (I). Japp et Robinson ont accepté cette dislocation du carbone et de l'azote, d'accord avec ma formule. mais ils ont admis qu'un de ces atomes d'azote est lié avec de l'hydrogène en formant le groupe imine (II).



D'après les recherches plus récentes, ce groupe (imine) existe, en effet, dans les glyoxalines obtenues. Néanmoins, il était possible de supposer que l'on pourrait obtenir des glyoxalines qui répondraient à la formule I. Les recherches qui poursuivaient ce but n'avaient pas corroboré cette supposition, mais en les exécutant, mes collaborateurs ont obtenu plusieurs dérivés nouveaux de la glyoxaline que je vais décrire. Ces glyoxalines ont été obtenues (à l'exception de trois que je vais indiquer ci-dessous) par la méthode suivante:

[1]) Bd. I, S. 425, 6 Aufl. 1908.
[2]) Ber. 15, 1493, 2706.
[3]) Ber. 15, 1268, 2410.

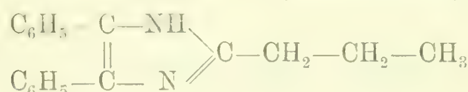
On sature une solution alcoolique de benzile et d'aldéhyde avec du gaz ammoniac. Quelque temps après, on ajoute de l'eau; la glyoxaline étant insoluble dans ce dissolvant, se précipite et se laisse facilement purifier par la cristallisation.

Avec cette méthode, on ne peut pas obtenir la paratoluyl-, oxymethoxyphényl- et la naphto-biphénylglyoxaline, qui se forment dans des conditions un peu différentes.

Les dérivés méthyliques de toutes ces glyoxalines ont été obtenus en chauffant dans une solution alcoolique des glyoxalines avec de l'iodure de méthyle (en excès). Après avoir évaporé l'alcool, on extrait le résidu avec de l'eau, de la potasse et on le dissout dans de l'éther.

Propyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)

(obtenue par Br. Wysoczański)



Ce composé a été préparé avec du benzile et de l'aldéhyde butylique normal. Il se présente sous la forme d'aiguilles de couleur jaunâtre, fusibles à 205·5°. Elles se dissolvent facilement dans l'alcool, un peu moins dans l'éther; elles sont presque insolubles dans l'eau. En présence de la potasse alcoolique cette glyoxaline, comme toutes les autres, s'oxyde lentement au contact de l'air, et cette réaction est accompagnée d'une très belle phosphorescence.

0·2372 gr de subst.; N 23·4 ccm (740 mm, 21°)
$C_{18}H_{18}N_2$; N: trouvé 10·89, calulé 10·68.

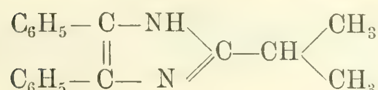
Son chlorhydrate, $C_{18}H_{18}N_2 . HCl$, sous forme de cristaux incolores, fond ä 233·5°. Il est soluble dans l'eau chaude et l'alcool. Cl: trouvé 11·41, calculé 11·90.

Son oxalate $(C_{18}H_{18}N_2)_2C_2H_2O_4$ cristallise en aiguilles qui fondent à 210°. Il est soluble comme le chlorhydrate. N: trouvé 8·96, calculé 9·14.

La méthyl-propylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5) est un corps cristallisé, incolore, fusible au-dessus de 110°. Elle est soluble dans l'alcool et l'éther, et insoluble dans l'eau.

0·1987 gr de subst.; N 17·7 ccm (736 mm, 22°)
$C_{18}H_{17}N_2 . CH_3$; N: trouvé 9·78, calculé 10·14.

Isopropyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)
(obtenue par M. Beiser)



Elle a été préparée avec du benzile et de l'aldéhyde isobutylique. Elle forme des cristaux jaunâtres, solubles dans l'alcool, l'éther et le benzène. Elle fond à 246° et présente le phénomène de phosphorescence comme les autres glyoxalines.

0·2416 gr de subst.; N 24·7 ccm (736·5 mm, 24°)
$C_{18}H_{18}N_2$ N: trouvé 11·03, calculé 10·68.

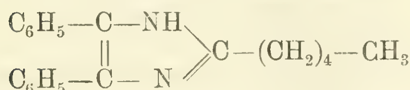
Son chlorhydrate, $C_{18}H_{18}N_2 . HCl$, cristallise en aiguilles incolores qui fondent à 227°. Cl: trouvé 11·75, calculé 11·90.

Son chloroplatinate, $(C_{18}H_{18}N_2 . HCl)_2PtCl_4 + 3H_2O$, est un corps cristallisé, orange. Il fond en se décomposant au-dessus de 290°. Pt: trouvé 19·69, calculé 19·71.

La méthyl-isopropylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5), $C_{18}H_{17}N_2 . CH_3$ est un corps cristallisé, jaunâtre. Il fond à 97°.

0·2315 gr de subst.; N 22 ccm (741 mm, 23·5°)
N: trouvé 10·35, calculé 10·14.

Amyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)
(obtenue par H. Bukowska)



Elle a été préparée du benzile et de l'aldéhyde caproïque. Elle forme des cristaux incolores, fusibles à 252°, solubles facilement dans l'alcool à chaud, le benzène et l'éther. Elle présente le phénomène de phosphorescence comme les autres glyoxalines.

0·2134 gr de subst.; N 17·75 ccm (746 mm, 14·5°)
$C_{20}H_{22}N_2$; N: trouvé 9·45, calculé 9·75.

Son chlorhydrate, $C_{20}H_{22}N_2 . HCl$, est un corps incolore fondant à 161°, soluble dans l'alcool, l'éther et le benzène. Cl: trouvé 10·77, calculé 10·87.

Son chloroplatinate, $(C_{20}H_{22}N_2 . HCl)_2PtCl_4$, forme des cristaux

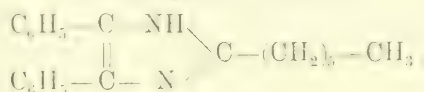
jaunes qui fondent en se décomposant à 272°. Pt: trouvé 18·91. calculé 19·12.

Le sulfate fond à 181°, l'oxalate à 77°.

La éthyl-amylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5), $C_{20}H_{21}N_2 . C_2H_5$, est un corps incolore, soluble dans l'alcool. Elle fond à 127°. N-trouvé 9·38, calculé 9·65.

nor.-Hexyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)

(obtenue par A. Jąkało)



Préparée du benzile et de l'aldéhyde oenanthylique, elle forme des aiguilles incolores, fusibles dans l'alcool, l'éther et le benzène. Elle fond à 167° et présente le phénomène de phosphorescence.

0·3007 gr de subst.; N 25·5 ccm (737·5 mm, 20°)
$C_{21}H_{24}N_2$; N: trouvé 9·36, calculé 9·20.

Son chlorhydrate, $C_{21}H_{24}N_2 . HCl$, cristallise en paillettes qui fondent à 133°. Il est soluble dans l'alcool, le chloroforme et dans le benzène. Cl: trouvé 10·20, calculé 10·41.

Le picrate, $C_{21}H_{24}N_2 . C_6H_2(NO_2)_3OH$, forme des aiguilles, fusibles à 170° et facilement solubles dans le chloroforme et l'acétone, moins facilement dans l'alcool et l'éther. N: trouvé 13·12, calculé 13·39.

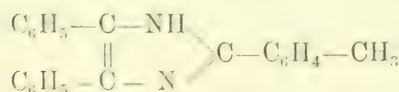
L'oxalate, $(C_{21}H_{24}N_2)_2C_2H_2O_4 + H_2O$, fond à 190°. Il est soluble dans l'alcool à froid, le benzène et le chloroforme à chaud. N: trouvé 7·92, calculé 8·04. H_2O: trouvé 2·30, calculé 2·51.

La méthyl-hexylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5), $C_{21}H_{23}N_2 . CH_3$, est un corps incolore, qui se dissout dans l'alcool. Elle fond à 164°.

0·2039 gr de subst.; N 17·5 ccm (754 mm, 22°)
$C_{22}H_{26}N_2$; N: trouvé 9·20, calculé 9·14).

Orthotoluyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)

(obtenue par S. Stenzel)



Préparée du benzile et de l'aldéhyde orthotoluique, elle est un

corps cristallisé, fondant à 252° et soluble dans l'alcool et dans les autres dissolvants organiques.

0·5248 gr de subst.: N 43·95 ccm (742 mm, 14·5°)
$C_{22}H_{18}N_2$; N: trouvé 9·05, calculé 9·03.

Son chlorhydrate $C_{22}H_{18}N_2 . HCl$, fond à 120°. Cl: trouvé 10·11 calculé 10·22.

Le chloroplatinate, $(C_{22}H_{18}N_2 . HCl)_2PtCl_4$, forme des cristaux jaunes, qui se décomposent vers 225°. Pt: trouvé 18·87, calculé 18·91.

La méthyl-orthotoluylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5) $C_{22}H_{17}N_2 . CH_3$, fond à 259°. Elle est soluble dans l'alcool.

0·1796 gr de subst.; N 13 ccm (750 mm, 14°)
$C_{23}H_{20}N_2$ N trouvé 8·4, calculé 8·6.

Metatoluyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)
(obtenue par S. Stenzel)

Elle se présente sous la forme d'aiguilles incolores, fusibles, vers 300°.

0·1298 gr de subst.; N 10·4 ccm (736·5 mm, 14°)
$C_{22}H_{18}N_2$; N: trouvé 9·12, calculé 9·03.

Son chlorhydrate, $C_{22}H_{18}N_2 . HCl$. cristallise en aiguilles incolores et fond à 125°. Cl: trouvé 10·08, calculé 10·22.

Son chloroplatinate est jaune. Il fond en se décomposant à 230°. Pt: trouvé 18·79, calculé 18·91.

L'éthyl-metatoluylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5) $C_{22}H_{17}N_2 . C_2H_5$, est un corps incolore qui fond au-dessus de 310°. N: trouvé 8·29, calculé 8·28.

Paratoluyl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)
(obtenue par J. Rohm)

Elle se forme en petites quantités lorsqu'on sature d'ammoniaque une solution alcoolique de benzile et d'aldéhyde paratoluique. On l'obtient plus facilement en chauffant à 180° pendant 6 à 8 heures, dans un tube scellé, des quantités équimoléculaires de benzile et d'aldéhyde avec le carbonate d'ammonium et avec un peu d'alcool. Elle est incolore, cristallisée, fusible à 233°, facilement soluble dans l'alcool, un peu moins facilement dans l'éther.

0·1507 gr de subst.; N 11·8 ccm (752 mm, 9·5°)
$C_{22}H_{18}N_2$; N: trouvé 9·03, calculé 9·03.

Son chlorhydrate, $C_{22}H_{18}N_2 . HCl$, fond à 120°. Il est soluble dans l'alcool. Cl: trouvé 10·05, calculé 10·22.

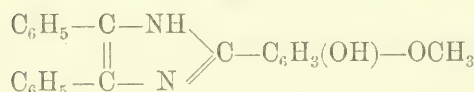
Son chloroplatinate se décompose vers 250°. Pt: trouvé 18·89, calculé 18·91.

La méthyl-paratoluylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5), $C_{22}H_{17}N_2 . CH_3$, est un corps jaunâtre, soluble dans l'alcool et l'éther. Elle fond à 217°.

0·1383 gr de subst.; N 10·5 ccm (747 mm, 13°)
N trouvé 8·77, calculé 8·6.

Oxyméthoxyphényl-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)

(obtenue par J. Rohm)



La vaniline n'entre pas en réaction avec le benzile et l'ammoniaque dans les conditions ordinaires; mais chauffée (dans un tube scellé) avec le benzile et le carbonate d'ammonium, elle donne naissance à l'oxyméthoxyphénylbiphénylglyoxaline. C'est un corps incolore, cristallisé, soluble dans l'alcool. Elle fond à 243°.

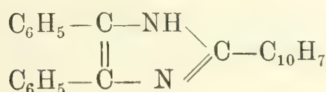
0·2041 gr de subst.; N 14·5 ccm (742 mm, 14°)
$C_{22}H_{18}O_2N_2$; N: trouvé 8·32, calculé 8·18.

Son chlorhydrate, $C_{22}H_{18}O_2N_2 . HCl$, cristallise en aiguilles solubles dans l'alcool, mais insolubles dans l'éther. Il fond à 154°. Cl: trouvé 9·22, calculé 9·36. Le chloroplatinate est jaune, peu soluble dans l'alcool. Il se décompose vers 230°. Pt: trouvé 17·79, calculé 17·80.

La méthyloxyméthoxyphénylbiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5), $C_{22}H_{17}O_2N_2 . CH_3$, forme des aiguilles incolores, solubles dans l'alcool et l'éther. Elle fond à 230°.

0·1745 gr de subst.; N 12·2 ccm (736 mm, 14°)
N: trouvé 7·92, calculé 7·86.

α-Naphto-biphénylglyoxaline (2, 4, 5)
(obtenue par J. Rohm)



Préparée comme la glyoxaline précédente, elle forme des aiguilles incolores, solubles dans l'alcool et l'éther. Elle fond à 283°.

0·0760 gr de subst.; N 5·1 ccm (746 mm, 15°)
$C_{25}H_{18}N_2$; N: trouvé 8·45, calculé 8·09.

Son chlorhydrate, $C_{25}H_{18}N_2 . HCl$, est un corps cristallisé, incolore, soluble dans l'alcool. Il se décompose à 180°. Cl: trouvé 9·26, calculé 9·08. Le chloroplatinate se sépare en cristaux jaunes, peu solubles dans l'alcool et l'eau. Il se décompose vers 230°. Pt: trouvé 18·83, calculé 18·87.

La méthyl-α-naphtobiphénylglyoxaline (1, 2, 4, 5), $C_{25}H_{17}N_2 . CH_3$ est un corps jaunâtre, soluble dans l'alcool et l'éther. Elle fond à 291°.

0·1245 gr de subst.; N 8·4 cm (748 mm, 12°)
N: trouvé 7·83, calculé 7·77.

---

11. *O kwasach 8.8'-dwuchinolylu. — Über Säuren des 8.8'-Dichinolyls.* — Note de MM. **ZYGM. JAKUBOWSKI** et **ST. NIEMENTOWSKI** m. c.

Durch Oxydation des 5.5-Dimethyl-8.8'-Dichinolyls mit Chromsäureanhydrid und konzentrierter Schwefelsäure wurden zwei Säuren erhalten:

5'-Methyl-8.8'-Dichinolyl-5-Karbonsäure v. Schmzlpk. 331—332°, von amphoterem Charakter. Von ihren Salzen wurden analysiert:

Ammoniumsalz $C_{19}H_{13}N_2 . COONH_4 + 3H_2O$;
Kaliumsalz $C_{19}H_{13}N_2 . COOK + 5H_2O$;
Baryumsalz $(C_{19}H_{13}N_2 . COO)_2Ba + 12H_2O$;
Chlorhydrat $C_{20}H_{14}O_2N_2 . 2HCl + H_2O$ und
Nitrat $C_{20}H_{14}O_2N_2 . 2HNO_3$.

8.8'-Dichinolyl-5.5'-Dikarbonsäure, v. Schmlzpk. 410—415°, von ausgesprochen saurem Charakter.

Ammoniumsalz $C_{18}H_{10}N_2[COONH_4]_2 + H_2O$.
Kaliumsalz $C_{18}H_{10}N_2[COOK]_2 + 5H_2O$.

Bei trockner Destillation unter vermindertem Druck entstand aus der ersten Säure das 5'-Methyl-8.8'-Dichinolyl vom Schmpkt. 211·5—212°. Von Salzen dieser Base wurden analysiert: das Chlorhydrat $C_{19}H_{14}N_2 . 2HCl + 5H_2O$; Nitrat $C_{19}H_{14}N_2 . 2HNO_3 + 3H_2O$; Sulfat $C_{19}H_{14}N_2 . H_2SO_4 + 3H_2O$; Chloroplatinat $C_{19}H_{14}N_2 . H_2PtCl_6$. Durch Oxydation mit Chromsäureanhydrid und Schwefelsäure wurde diese Base in 8.8'-Dichinolyl-5'-Karbonsäure übergeführt, eine Säure, welche neben basischen Körpern auch in Produkten der trocknen Destillation der 8.8'-Dichinolyl-5.5'-Dikarbonsäure aufgefunden wurde. Ihr Schmelzpkt. 310—312°. Ammoniumsalz $C_{18}H_{11}N_2COONH_4 + 4H_2O$; Baryumsalz $[C_{18}H_{11}N_2 . COO]_2Ba + 11H_2O$. Die basischen Anteile der Produkte der trocknen Destillation der Dichinolyl-Dikarbonsäure enthielten neben kleinen Mengen des 8.8'-Dichinolyls vom Schmlzpkt. 205°, merkwürdigerweise noch eine isomere Base vom Schmlzpkt. 187°.

Um dieses höchst auffallende Resultat am Material anderer Darstellung zu überprüfen, wurde die Dichinolyl-Dikarbonsäure vom 2.2'-Dinitro-4.4'-Dimethyldiphenyl ausgehend synthetisiert. Zu dem Ende wurde das Diphenylderivat mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure oxydiert. In geringeren Mengen entstand dabei eine für die weitere Untersuchung weniger bequeme 2.2'-Dinitro-4'-Methyldiphenyl-4-Karbonsäure v. Schmlzpkt. 235·5—236°. (Baryumsalz $[C_{13}H_9O_4N_2 . COO]_2Ba + 4H_2O$), welche noch durch Überführung in entsprechende Diaminosäure näher charakterisiert wurde: 2.2'-Diamino-4'-Methyldiphenyl-4-Karbonsäure v. Schmlzpkt. 169—171°. (Chlorhydrat $C_{14}H_{14}O_2N_2 . 2HCl$). Die Hauptmasse des Oxydationsproduktes bestand aus 2.2'-Dinitrodiphenyl-4.4'-Dikarbonsäure v. Schmlzpkt. 335—337°, Baryumsalz $C_{12}H_6O_4N_2(COO)_2Ba + 3H_2O$, welche mit Zinn und Salzsäure 2.2'-Diaminodiphenyl-4.4'-Dikarbonsäure v. Schmlzpkt. 307—309° ergab. Chlorhydrat $C_{14}H_{12}O_4N_2$ HCl. Diazetylderivat $C_{18}H_{16}O_6N_2$ v. Schmlzpkt. 250°. Durch *Skraup*'sche Synthese wurde dieser Körper in Dichinolyldikarbonsäure übergeführt, aus der bei der trocknen Destillation reines 8.8'-Dichinolyl entstand.

Für diese sich widersprechenden Resultate kann momentan keine befriedigende Erklärung gegeben werden. Die Untersuchung soll demnach fortgesetzt werden.

Lwów (Lemberg). Technische Hochschule. Laboratorium für allgemeine Chemie.

---

12. *O wpływie środowiska na tworzenie się izomerów. — Einfluß der Lösungsmittel auf die Verteilung der Isomere.* Mémoire de MM. **L. BRUNER** et **J. VORBRODT**, présenté par M. K. Olszewski m. t.

Einleitung. Versuchsmaterialien und Versuchsmethode. Versuchsergebnisse: A. mit Toluol; B. mit Äthylbenzol; C. mit o. m. p. Xylolen; D. mit iso-Propylbenzol; E. mit norm. Propylbenzol und sekun. Butylbenzol. Zusammenfassung der Resultate.

In einer früheren Abhandlung[1]) hat einer von uns das kinetische Bild der Bromierung eines aromatischen Kohlenwasserstoffes entworfen. Von den dort ermittelten Gesetzmäßigkeiten ist für die vorliegende Arbeit der Nachweis von Wichtigkeit, daß ionisierende Lösungsmittel, wie z. B. das Nitrobenzol, die Kernsubstitution befördern und daß folglich überhaupt die relative Isomeren-Ausbeute durch das Medium, in dem sich die Reaktion abspielt, beeinflußt wird.

In der vorliegenden Abhandlung soll dieser Einfluß zahlenmäßig an mehreren Beispielen erschlossen und aus diesen auch manche praktisch wichtige Schlüsse gezogen werden. Da möglichst viele Lösungsmittel versucht werden sollten, so erschien es ratsam, neben dem ziemlich schwer angreifbaren Toluol auch andere leichter zu bromierende Kohlenwasserstoffe zu untersuchen. Zu diesem Zweck haben wir für die meisten Versuche das Äthylbenzol und die drei isomeren Xylole gewählt.

Versuchsmethode und Materialien. In der Mehrzahl der Versuche haben wir nach der früheren Methode in zugeschmolzenen Probierröhren bromiert. Für schneller verlaufende Versuche brachten wir ein mit zwei feinen Glashähnen versehenes zylindrisches Gefäß zur Anwendung (Fig. 1). Dieses Gefäß wurde mit der Pumpe

[1]) Bull. Acad. des Sc. de Cracovie, **1907**, 698.

evakuiert und dann das zu bromierende, mit Brom versetzte Gemisch in dasselbe eingesogen. Die Analysenproben wurden dann in ein gewogenes, mit KJ-Lösung gefülltes Wägegläschen entleert und ihre Menge durch Wägung ermittelt.



Fig. 1.

Sämtliche Versuche — wo nicht anders speziell angegeben ist — sind bei einer konstanten Temperatur von 25⁰ ausgeführt, die, wie üblich, in einem Ostwald'schen Thermostaten eingehalten wurde. Das Licht wurde ebenso sorgfältig wie früher[1]) ferngehalten.

Das Fortschreiten der Gesamtreaktion wurde durch Titration des Broms mit zirka $^2/_{10}$ n. $Na_2S_2O_3$ und $^1/_{10}$ n. Jod wie früher ermittelt.

Wir haben auch hier uns auf die Unterscheidung zwischen kern- und seitensubstituierten Produkten beschränkt, und zwar aus bereits früher dargelegten Gründen. Die Bestimmung der seitensubstituierten Produkte geschah nach mehrmaligem Auswaschen mit kalter verdünnter Ammoniumnitrat-Lösung[2]) nach Schultze durch Fällung mit titriertem alkoholischem $^2/_{10}$ n. $AgNO_3$ und Rücktitrieren mit $^1/_{10}$ n. KCNS nach Volhard. Die Richtigkeit der Methode für die reinen Substitutionsprodukte geht unter vielen anderen aus den Untersuchungen von J. Schramm[3]) genügend hervor. Die Schwierigkeiten, denen wir manchmal in den Analysen begegneten, sind verursacht durch das schwere Handhaben oder durch die leichte Angreifbarkeit der Lösungsmittel. Je nach der Beschaffenheit der Lösungsmittel wurde die Fällung entweder in der Siedehitze in nichtchlorhaltigen Lösungsmitteln und den Fällen, wo dasselbe abgetrieben werden konnte, s. w. u.), oder durch längeres Stehenlassen bei Zimmertemperatur ausgeführt. Diese Bedingungen sind in jedem Falle durch spezielle Versuche ermittelt worden.

Versuchsmaterialien.

Das Toluol wurde von Kahlbaum als rein bezogen und zweimal sorgfältig über Natrium destilliert. Der größte Anteil ging dann konstant bei 110·5⁰ über; er wurde dann über Natrium aufbewahrt.

Das Äthylbenzol wurde nach der von Radziewanowski[4]) verbesserten

[1]) Bull. Acad. des Sciences de Cracovie, a. a. O.

[2]) Bull. Acad. des Sciences de Cracovie, a. a. O.

[3]) Rozpr. Akad. Umiejętn. 16 (1886). S. 1.

[4]) Rozpr. Akad. Umiejętn. 32 (1895) S. 119.

Friedel-Crafft'schen Methode bei einer Temperatur von zirka +5° dargestellt. Das Präparat wurde sorgfältig mehreremale über Natrium destilliert. Die Ausbeute an dem konstant bei 136° siedenden Präparat betrug in der Radziewanowski'schen Synthese zirka 70%.

Die drei isomeren Xylole sind Kahlbaums reine Präparate, die noch über Natrium fraktioniert wurden. Die Konstanz und die Übereinstimmung ihrer Siedepunkte mit den Literaturangaben ließ nichts zu wünschen übrig.

Die kostbaren Propylbenzole und das sekundäre Butylbenzol verdanken wir der Liebenswürdigkeit des Hrn. Prof. J. Schramm. Diese Präparate wurden nach der Fittig'schen und Friedel-Crafft-Radziewanowski'schen Methode dargestellt und waren besonders sorgfältig gereinigt.

Wir wenden uns nun den benutzten Lösungsmitteln zu. Von den von uns verwendeten Stoffen mußten wir verlangen, daß sie von Brom und alkoholischem $AgNO_3$ nicht angegriffen werden oder schlimmstenfalls, wo das nicht zutreffen konnte, dieser Einwirkung regelmäßig in berechenbarer Weise unterliegen. Diese zweite Bedingung schließt natürlich etwaige leicht angreifbare Verunreinigungen aus. Daß auch gewöhnliche, angeblich sehr reine Reagenzien nicht leicht von solchen Verunreinigungen zu befreien sind, wird aus dem unten Gesagten erhellen.

Schwefelkohlenstoff. Reines CS_2 von Merck (pro analysi; kein wägbarer Rückstand nach dem Abdampfen bei mäßiger Wärme) ist gegen Brom bei niederer Temperatur sehr widerstandsfähig, wie dies aus der Tabelle zu ersehen ist. Es bedeuten: t die Zeit in Tagen, a die ursprüngliche Menge in g, x die umgesetzte Menge in Gramm, x% — in Prozenten. Die Konzentration, wo nicht anders angegeben, ist 30 cm³ Lösungsmittel auf 1 g Brom.

CS_2

$T = 25^0$

t	a	x	x%
$^{18}/_{24}$	1·0111	0·0067	0·6
84	0·4000	0·0155	3·9
	$T = 18^0$		
25	0·5640	0·0091	1·6%

Der kleine Verlust nach 18 Stunden ist offenbar der Verlust beim Zuschmelzen und beim Öffnen der Röhre.

Ganz anders verhält sich der Schwefelkohlenstoff von Merck rectificatissimus (gemäß den Satzungen der Pharmocopöa britannica). Das Präparat wurde einmal aus Materialienmangel versucht. Schon nach 2 Tagen betrug der Bromverlust rund 22%.

Die Bestimmung der seitensubstituierten Produkte kann nicht bei Gegenwart von CS_2 geschehen, weil auch beim mäßigen Er-

hitzen das CS_2 angegriffen und schwarzes Silbersulfid gefällt wird. Da das CS_2 sehr leicht flüchtig ist, so hat sich schließlich als beste Analysenmethode herausgestellt, das ausgewaschene Reaktionsprodukt am Wasserbade so lange abzudampfen, bis jeder Geruch an CS_2 verschwunden ist, und dann mit $AgNO_3$ in üblicher Weise zu fällen. Das AgBr fiel dann immer rein gelblich aus, auch ging kein Bromierungsprodukt verloren.

Beleganalyse. Abgewogen 0·3997 g Benzolbromid, in CS_2 gelöst und dann, wie oben angegeben, behandelt, verbrauchten 11·91 cm³ $AgNO_3$ = 0·1841 Br = 0·3935 Benzylbromid = 98·5%.

Chloroform. Von Kahlbaum bezogenes reinstes Chloroform, einmal überdestilliert, erwies sich wenig und regelmäßig von Brom angreifbar. Auch das undestillierte Produkt wurde nicht mehr angegriffen.

$CHCl_3$

t	a	x	x%
1/24	0·3423	0·0020	0·58
2	0·9460	0·0086	0·9
4	0·4267	0·0140	3·28
4	0·5602	0·0166	2·96

Jedenfalls wird $CHCl_3$ zu schnell bromiert, um zu mehrtägigen Versuchen benutzt werden zu können.

Mit Silbernitrat-Lösung gekocht, gab dieses Chloroform absolut keinen Niederschlag.

Ganz anders verhält sich z. B. das Chloroform purissimum pro analysi von Merck.

$CHCl_3$ (von Merck)

t	a	x	x%
1	0·3861	0·0476	12·3
40/24	0·5433	0·0807	14·9
51/24	0·6506	0·0985	15·1

Wie leicht ersichtlich, hat das Präparat eine Verunreinigung, die ziemlich schnell angegriffen wird und nach deren Verbrauche der Bromverlust weiter nicht fortschreiten kann. Beachten wir, daß die Konzentration hier 30 cm³ $CHCl_3$ auf 1 g Brom beträgt und gehen von der wahrscheinlichen Annahme aus, daß jene Verunreinigung von Alkohol herrührt, so können wir ihre Menge rund auf etwa 0·15% schätzen. In der Tat, gab dieses Präparat eine schwache aber dennoch deutliche Jodoformreaktion auf Äthylalkohol. In Übereinstimmung damit war auch dieses Merck'sche Präparat „silberfest". Die Bromprobe kann deshalb als ein sehr empfindliches Reinheitsreagens des Chloroforms empfohlen werden.

Benzol. Über Natrium destilliertes tiophenfreies Benzol (von E. Merck, pro analysi) wies keine leicht bromierbare Verunreinigungen auf. Der Stoff wird sehr langsam aber regelmäßig in monomolekularer Reaktion angegriffen.

C_6H_6

t	a	x	$x^0/_0$	K
$^{64}/_{24}$	0·2452	0·0014	0·57	
30	0·6715	0·0237	3·5	0·00052
30	0·6671	0·0242	3·6	0·00054
53	0·6247	0·0365	5·7	0·00048
				0·00051

Tetrachlorkohlenstoff. Reiner destillierter Tetrachlorkohlenstoff ging konstant bei 76·0^0 bis 77·0^0 über. Es erwies sich von Brom unangreifbar, jedoch nicht „silberfest", da beim Kochen mit alkoholischem $AgNO_3$ weißes AgCl immer ausfiel. Bei Zimmertemperatur erfolgte jedoch auch nach 24 Stunden keine Fällung, und deshalb sind in den Versuchen in CCl_4-Lösung die Seitenkettenprodukte bei Zimmertemperatur durch eintägige Einwirkung der $AgNO_3$-Lösung bestimmt [1]).

Eisessig. Reiner von Kahlbaum bezogener Eisessig wurde zweimal ausfrieren gelassen und zweimal fraktioniert. Die bei 118^0 übergehende Fraktion wird sehr schwer von Brom angegriffen: nach 6 Tagen beziffert sich der Bromverlust auf 1·2$^0/_0$. Konzentrierte Essigsäure (80 Volumproz. Eisessig +20 Volumproz. H_2O) wird etwas schneller bromiert: nach 6 Tagen betrug der Bromverlust 2·5$^0/_0$. Die von Kahlbaum in den Handel gebrachte 90$^0/_0$ Essigsäure ist nicht rein und auch nicht bromfest. Nach 2 Tagen betrug ja bereits der Bromverlust 33$^0/_0$.

Benzonitril. Von Merck bezogenes Benzonitrol wurde zuerst durch Bromeinwirkung gereinigt und dann einer sorgfältigen Fraktionierung unterworfen. Das so gewonnene Präparat erwies sich für kurz dauernde Versuche genügend widerstandsfähig, denn nach 24 Stunden betrug der Bromverlust 2·6$^0/_0$.

Nitrobenzol. Das Nitrobenzol, das auch technisch rein leicht zu beschaffen ist, wurde mit $CaCl_2$ getrocknet und zweimal überdestilliert.

Das Brom wurde durch zweimaliges Umkristallisieren des reinsten Broms des Handels (Brom „Kahlbaum") gewonnen. Die gesammelte umkristallisierte Portion betrug zirka 25$^0/_0$ der Gesamtmenge.

Sämtliche Versuche sind mit Reaktionsgemischen von 75 Volumproz. Lösungsmittel und 25 Volumpr. des zu bromierenden Kohlenwasserstoffes ausgeführt worden. In den Versuchen mit Toluol war die Bromkonzentration dieselbe wie in den früheren Versuchen von L. Bruner und J. Dłuska (a. a. O.), nämlich 1 g Brom auf 26·44 cm^3 Reaktionsgemisches. Für die Versuche mit den übrigen Kohlenwasserstoffen wurde die Konzentration zu 30 cm^3 Reaktionsgemisches auf 1 g Brom abgerundet. Die Resultate bleiben nichtsdestoweniger absolut vergleichbar, da ja auch bei größeren Konzen-

[1]) Die Anwendbarkeit eines solchen Verfahrens wurde auch von H. F. Laan (Rec. des tr. chim. Pays Bas **26** [1907] 1.) in seiner Arbeit erkannt.

trationen die Reaktion monomolekular verläuft und ihre Konstante folglich von der Konzentration unabhängig ist.

Versuchsergebnisse.

In den unten angegebenen Tabellen bedeuten:

t — die Zeitdauer in Tagen.

a — das Gewicht des abgewogenen Broms.

x — die in der Zeit t umgesetzte Brommenge in Grammen.

$x\%$ — dieselbe Menge in Prozenten ausgedrückt $\left(x\% = \frac{x}{a} \cdot 100\right)$.

$\frac{x_2}{x}$ — den Bruchteil des in der Seitenkettoreaktion verbrauchten Broms.

K — die Geschwindigkeitskonstante nach der monomolekularen Gleichung:

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a-x} = \frac{1}{t} \log \frac{100}{100-x\%}.$$

k_1 — die Geschwindigkeitskonstante der Kernreaktion: $k_1 = K\left(1 - \frac{x_2}{x}\right)$.

k_2 — die Geschwindigkeitskonstante der Seitenkettenreaktion: $k_2 = K\frac{x_2}{x}$.

A. Versuche mit Toluol.

TABELLE I.

Toluol.

t	a	x	$x\%$	x_2/x	K	k_1	k_2
			1. Lösungsmittel: Schwefelkohlenstoff.				
25	0·6733	0·2102	31·4		0·0066		
33	1·0917	0·4160	38·1	0·82	0·0063		
31	0·8367	0·3689	44·1	0·784	0·0062		
50	0·8181	0·4385	53·6	0·906	0·0067		
80	0·8201	0·5749	70·1	0·892	0·0066		
				0·851	**0·00648**	**0·00107**	**0·00541**
			2. Lösungsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.				
16	1·0907	0·2972	29·4		0·0095		
30	1·2633	0·6171	48·8	0·569	0·0097		
36	1·0124	0·5852	57·8	0·572	0·0104		
42	0·8903	0·5713	64·2	0·557	0·0106		
				0·566 [1]	**0·0101**	**0·0044**	**0 0057**

[1] In der Abhandlung von L. Bruner und J. Dłuska (a. a. O.) ist das Verhältnis x_2/x irrtümlich zu rund 0·40 angegeben worden. Es mag wohl ein Rechnungsfehler vorliegen, da nur eine einzige Analyse ausgeführt worden ist.

t	a	x	$x\,^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
3. Lösungsmittel: Toluol[1]).							
$1\ Br_2 + 40\ C_7H_8$.							
$^{8}/_{3}$	0·830	0·219	26·4	0·400	0·0500		
5	0·876	0·387	44·5	0·458	0·0511		
$^{17}/_{3}$	0·781	0·407	52·1	0·419	0·0565		
$^{17}/_{3}$	0·769	0·492	64·0	0·450	0·0522		
11	0·839	0·612	73·8	0·447	0·0532		
$^{101}/_{8}$	0·802	0·663	82·6	0·496	0·0608		
$^{187}/_{12}$	0·787	0 694	88·2	0·440	0 0660		
$^{105}/_{4}$	0·923	0·897	97·1	0·535 (?)	0·0586		
				0·456	**0·0553**	**0·0301**	**0·0252**
4. Lösungsmittel: Benzol.							
3	0·5332	0·0630	11·8		0·0182		
6	0·6045	0·1328	22·0		0·0180		
9	0·7811	0·2897	37·1		0·0224		
9	0·9804	0·3767	38·4		0·0234		
12	0·8837	0·3643	41·2		0·0192		
13	1·1152	0·4769	42·7	0·343	0·0186		
15	0·7780	0·3656	47·0		0·0184		
17	1·0111	0·5816	57 4	0·322	0·0218		
25	0·8407	0·5296	63·0	0·336	0·0173		
30	1·0162	0·7388	72·7	0·384	0 0188		
68	0·9172	0·8553	93·3		0·0173		
				0·346	0·0192		
Berechnet nach Berücksichtigung der Bromierung des Benzols (s. oben S. 225)[2])				**0·355**	**0·0187**	**0·0121**	**0·0066**

Daß ungeachtet dessen bei höherer Temperatur 135° und 45° (a. a. O.) in Toluol und Tetrachlorkohlenstoff gleiche Benzylbromid-Ausbeuten bestehen können, ist von vornherein nicht abzulehnen, weil der Temperaturgang der Löslichkeit und die Löslichkeit selbst des HBr in diesen Stoffen unbekannt sind.

[1]) S. Bull. Acad. des Scien. de Cr. **1907** (698).

[2]) Die Berechnung ergibt sich leicht folgendermaßen:

$$K\ (\text{unkorr.}) = k_1 + k_2 + k_{C_6H_6},$$

$$x_2/x\ (\text{unkorr.}) = \frac{x_2}{x_1 + x_2 + x_{C_6H_6}},$$

$$K\ (\text{korrig.}) = k_1 + k_2 = K\ (\text{unkorr.}) - k_{C_6H_6},$$

$$k_2 = \frac{x_2}{x} \, . \, K\ (\text{unkorr.}),$$

$$k_1 = K - k_2 \, .$$

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	K''' [1]
			5. Lösungsmittel: Eisessig.			
$^{14}/_{24}$	0·5376	0·2049	38·1			
$^{21}/_{24}$	0·5916	0·2414	41·0		0·262	0·00011
$^{38}/_{24}$	0·6430	0·3122	48·6			
$^{66}/_{24}$	0·7995	0·4332	54·2	0·056		
2	0·8974	0·4554	50·7	0·030		
$^{109}/_{24}$	0·9971	0·5932	59·5	0·040		
$^{132}/_{24}$	1·2013	0·7374	61·4		0·075	0·00005

In Eisessig ändert sich in ähnlicher Weise, wie das früher (s. L. Bruner und J. Dłuska, a. a. O.) in Nitrobenzol gefunden worden ist, der Reaktionsverlauf total: die Reaktion ist stark katalytisch gehemmt. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl in der bereits in der früheren Abhandlung erörterten Bildung von Polybromwasserstoffsäuren zu suchen.

6. Lösungsmittel: Nitrobenzol.

L. Bruner und J. Dłuska hatten bereits auf die sehr geringe Ausbeute der Seitensubstitutionsprodukte in nitrobenzolischer Lösung hingewiesen und dieses Verhalten mit der elektrolytischen Dissoziation des Broms und der Polybromwasserstoffsäuren in Nitrobenzol in Zusammenhang gebracht. Da bei einer näheren Untersuchung über die elektrolytischen Eigenschaften dieser Stoffe sich herausgestellt hat, daß Spuren von Feuchtigkeit einen großen Einfluß auf den Wert der erzielten Leitfähigkeit haben können (vergl. auch E. Beckmann, Z. f. phys. Chem. **60** (1907) 385), so wurde jetzt die Bromierung in nitrobenzolischer Lösung bei Gegenwart eines stark wasserentziehenden Stoffes wiederholt, und zwar in der Weise, daß nach sorgfältigem Trocknen des Bromierungsgemisches in die Probierröhren noch einige Gramm P_2O_5 gebracht wurden. Ungeachtet des vollkommenen Ausschlusses der Feuchtigkeit blieb die Benzylbromid-Ausbeute ebenso gering wie in den früheren Versuchen.

[1] Unter K''' ist die Geschwindigkeitskonstante nach der trimolekularen Reaktion probeweise berechnet (Vgl. Bruner u. Dłuska a. a. O.).

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x
1	0·9281	0·8963	96·6	0·02
1	0·8352	0·8007	95·9	0·03
1	1·0313	0·9554	92·7	0·03
				0·027

B. Versuche mit Äthylbenzol.

TABELLE II.

Äthylbenzol.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_3
			1. Lösungsmittel: Schwefelkohlenstoff.				
1	0·7139	0·2740	38·4	1·07	0·2104		
$^5/_3$	0·9037	0·4820	53·3	1·05	0·1990		
$^{31}/_{12}$	0·3317	0·2695	81·3		0·282		
$^{17}/_6$	0·6317	0·5116	80·9	0·974	0·2537		
$^8/_3$	0·6703	0·5733	85·5		0·3145		
				1·00	**0·251**	**0·00**	**0·251**
			2. Lösungsmittel: Chloroform.				
1	0·5233	0·1683	32·2		0·169		
$^{11}/_4$	0·8689	0·5957	68·6	0·631	0·183		
4	0·5578	0·4665	83·6	0·636	0·196		
				0·633	**0·183**	**0·0672**	**0·1158**

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K
		3. Lösungsmittel: Nitrobenzol.			
$^1/_{24}$	0·6321	0·2835	44·9		6·21
$^3/_{24}$	0·6031	0·3590	59·5		
$^{19}/_{72}$	0·3336	0·2329	69 8		
$^{15}/_{24}$	0·7057	0·5665	80·3	0·156	1·10
1	0·8070	0·7114	88·2	0·164	
$^5/_4$	0·5406	0·4942	90·7		
2	0·8076	0·7615	94·3		0·62
		4. Lösungsmittel: Eisessig.			
$^3/_{24}$	0·2366	0·0730	30·9		
$^{33}/_{48}$	0·6953	0·2994	43·1	0·225	
$^{46}/_{24}$	0·6145	0·3557	57·9	0·290	
7	0·6765	0·5808	85 8	0·46	

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x
		5. Lösungsmittel: Phenylcyanid.		
$^1/_2$	0·5116	0·2533	49·5	
$^{13}/_{12}$	0·9098	0·5334	58·6	0·222

6. Versuche in Tetrachlorkohlenstoff- und Benzollösung. Die Versuche in diesen Lösungsmitteln, besonders aber in CCl_4, bereiteten auffallende und unerwartete Schwierigkeiten, die noch nicht vollständig überwunden werden konnten. Während in CS_2 und besonders in $CHCl_3$-Lösung die Erzielung von konstanten, gut stimmenden Resultaten sich ganz leicht bewerkstelligen ließ, ist dasselbe in den zwei obengenannten Lösungsmitteln absolut nicht der Fall. Trotzdem immer nur dieselben Präparate benutzt wurden und auch die Arbeitsweise unverändert blieb, zeigen sich ganz unregelmäßige unerklärbare Schwankungen.

Es wurden folgende Resultate in Benzollösung gefunden.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
			6. Lösungsmittel: Benzol.				
$^{31}/_{48}$	0·7628	0·2489	32·6		0·264		
$^{20}/_{24}$	0·8946	0·3916	43·8	0·904	0·300		
$^{45}/_{48}$	0·4547	0·2142	46·9		0·293		
$^{23}/_{12}$	0·6450	0·3902	60·5		0·210		
$^{63}/_{24}$	0·6628	0·4722	71·2		0·200		
$^{70}/_{24}$	0·7280	0·5677	78·0		0·225		
$^{29}/_8$	0·6254	0·5176	82·6	0·882	0·210		
$^{117}/_{24}$	0·8455	0·7983	94·4	0·916	0·248		
$^{14}/_3$	0·4955	0·4710	95·0	0·897	0·279		
$^{41}/_6$	0·9723	0·9406	96·8		0·219		
				0·900	**0·245**	**0·0245**	**0·221**

Es wurden aber auch in einigen Fällen unregelmäßig schwankende Konstanten erhalten: in 5 Fällen war das Brom sogar bereits nach einem Tage total verbraucht, und zwar in diesen Fällen geschah es ausschließlich in der Seitenkettereaktion, da der Bruch x_2/x in den gemessenen Fällen 0·97, 1·05, im Mittel 1·02 war. Vor Lichteintritt waren alle Versuche und alle Probierröhren auf das sorgfältigste geschützt.

Dieser spontane explosionsartige Reaktionsverlauf tritt in CCl_4 bei 25° so oft ein, daß mit diesem Lösungsmittel bei der obenge-

nannten Temperatur überhaupt keine übereinstimmenden Resultate erzielt werden konnten. In manchen Versuchen war bereits nach kurzer Frist (3 Stunden bis 2—3 Tage) das ganze Brom verbraucht; die Lösung war entfärbt. Von 33 insgesamt angestellten Versuchen trat die frühzeitige Entfärbung in 17 Fällen ein. Dies konnte jedoch nicht einer zufälligen Anwesenheit eines starkwirkenden Katalysators zugeschrieben werden, denn auch in diesen Fällen war, wie wir mehrfach konstatiert hatten, die Seitenkettenausbeute x_2/x gleich 1 (es wurde z. B. gefunden $x_2/x = 0{\cdot}98$, 0·96, 1·11, 1·11, im Mittel 1·04); und doch sind keine starkwirkenden Seitenketten-Katalysatoren bekannt. Es ist auch ausgeschlossen, daß sich bei der sorgfältigen Arbeitsweise eine solche Verunreinigung eingeschlichen hätte.

Man könnte etwa denken, daß es sich vielleicht in solchen Fällen um eine Bromaddition handle, die durch Einwirkung von uns bis jetzt unbekannten Faktoren ausgelöst wird. Diese Vermutung wird jedoch nicht nur dadurch entkräftet, daß bis jetzt solche Additionsprodukte an Äthylbenzol unbekannt sind, sondern auch durch die direkte Bestimmung des in der Reaktion gebildeten Bromwasserstoffs. Die Menge des in Form von HBr in den Waschwassern durch Titration mit $Ba(OH)_2$ gefundenen Broms betrug in zwei ausgeführten Analysen 0·52, 0·48, in Mittel 0·50 des Gesamtbroms. Es handelt sich auch hier also ausschließlich um eine regelrechte Substitution.

In den Fällen, wo keine spontane Entfärbung eintrat, wurden sehr verschiedene Reaktionsgeschwindigkeiten beobachtet, ungeachtet dessen ob das Reaktionsgemisch vor der Reaktion insoliert, oder mit flüssiger Luft längere Zeit abgekühlt, ob frisches Äthylbenzol oder ein solches, das sich bereits spontan entfärbt hatte, benutzt worden war [1]).

---

[1]) Wir können vorläufig keine genügende Erklärung für diese abnorme Störung geben und hoffen, zu einer weiteren Untersuchung dieser Erscheinung später zurückkehren zu können, glauben jedoch, daß diese spontane Entfärbung jedenfalls mit der Energie der Halogenwirkung im Zusammenhang steht. Während wir z. B. bei der Bromierung des Toluols in CCl_4 oder in reinem Toluol keine Unregelmäßigkeiten bemerkt hatten, konnten wir bei der Chlorierung desselben ganz ähnliche Erscheinungen, wie die bei der Bromierung des $C_6H_5 . C_2H_5$ in CCl_4 beschriebenen wahrnehmen, weshalb diese Versuche als nicht abgeschlossen vorläufig nicht mitgeteilt werden.

Es mag hervorgehoben werden, daß auch Hr. A. Slator in seinen orientierenden Versuchen über die unkatalysierte Dunkelchlorierung des Benzols nicht

Um dennoch die in Rede stehenden Lösungsmittel in ihrer Wirkung bei der Bromierung des Äthylbenzols untereinander vergleichen zu können, haben wir damit Versuche bei niederer Temperatur angestellt in der Hoffnung, daß bei verminderter Reaktionsgeschwindigkeit die Störungen entfallen werden. Das ist in der Tat der Fall, wie dies aus den unten mitgeteilten Tabellen zu ersehen ist. Die Versuchstemperatur war 10·0°, mit in der Winterzeit bis 1·0° reichenden Schwankungen im Tiefkeller des mineralogischen Instituts von Prof. J. Morozewicz, dem wir für sein freundliches Entgegenkommen zu bestem Dank verpflichtet sind.

TABELLE III.

Äthylbenzol. Temperatur 10·0.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
			Lösungsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.				
19	0·8836	0·3489	39·5	0·892	0·0114		
28	0·8401	0·5014	59·7	0·892	0·0141		
51	0·8584	0·7043	82·1	0·869	0·0145		
				0·884	**0·0134**	**0·00155**	**0·0128**
			Lösungsmittel: Benzol.				
11	0·3753	0·1569	41·8	0·708	0·0214		
32	0·3655	0·3190	87·1	0·707	0·0277		
				0·707	**0·0245**	**0·0072**	**0·0173**

C. Versuche mit den Xylolen.

TABELLE IV.

I. o. Xylol.

1. Lösungsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.

3	0·9198	0·4176	45·4		0·088		
$^{47}/_{6}$	0·9735	0·7510	77·1	0·391	0·082		
$^{211}/_{24}$	1·0459	0·8856	84·7	0·443	0·093		
$^{259}/_{24}$	0·6770	0·5759	85·0		0·076		
				0·417	**0·0847**	**0·0404**	**0·0353**

zu übereinstimmenden Resultaten gelangen konnte (Zeit. f. phys. Ch. **45**, [1906] 520). A. Slator hat der Erscheinung weiter nicht nachgeforscht, da es sich ihm nur darum handelte, festzustellen, daß die Reaktion jedenfalls eine langsame ist, und er begnügte sich mit dem Hinweis auf zufällige Katalysatorwirkungen, was in unserem Fall sicher nicht zutrifft.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
			2. Lösungsmittel: Nitrobenzol.				
$^1/_{24}$	0·2493	0·1700	68·2				
$^2/_{24}$	„	0·1919	76·9				
$^3/_{24}$	„	0·2087	83·7				
1	„	0·2329	93·4	0·026			

II. m-Xylol.

1. Lösungsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
$^5/_{48}$	0·2928	0·1378	47·1		2·655		
$^4/_{24}$	„	0·1828	61·8		2·508		
$^6/_{24}$	„	0·2214	75·6	0·03	2·450		
$^8/_{21}$	„	0·2485	84·9		2·463		
				0·03	**2·519**	**2·44**	**0·077**

2. Lösungsmittel: Benzol.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
0	0·3130						
$^3/_{48}$	„	0·1616	51·6		5·042		
$^5/_{48}$	„	0·2976	66·3		4·955		
$^4/_{24}$	„	0·2521	80·6	0·010	4·273		
$^7/_{24}$	„	0·2874	91·8	0·009	3·724		
				0·010	**4·50**	**4·45**	**0·04**

3. Lösungsmittel: Nitrobenzol.

t	a	x	$x^0/_0$
$^1/_{48}$	0·4974	0·4843	97·3

III. Para-Xylol.

t	a	x	$x^0/_0$	x_2/x	K	k_1	k_2
			1. Lösungsmittel: Schwefelkohlenstoff.				
$^{39}/_4$	1·0022	0·6886	68·8	0·859	0·0517		
15	1·0864	0·8803	81·0	0·920	0·0481		
				0·889	**0·0499**	**0·0055**	**0·0444**
			2. Lösungsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.				
$^{97}/_{24}$	0·7722	0·2382	30·8	0·615	0·040		
$^{31}/_4$	0·9935	0·5433	54·7		0·044		
$^{39}/_4$	0·5800	0·3596	62·0	0·647	0·043		
10	0·9391	0·5988	63·8		0·044		
				0·631	**0·043**	**0·0159**	**0·0271**

t	a	x	x%	x_2/x	K	k_1	k_2
			3. Lösungsmittel: Benzol.				
$^{16}/_{24}$	0·4300	0·0577	13·4		0·045		
3	0·7377	0·3808	51·6	0·403	0·105		
$^{119}/_{24}$	0·8410	0·5807	69·0	0·420	0·103		
				0·412	**0·101**	**0·0594**	**0·0416**

t	a	x	x%	x_2/x
		4. Lösungsmittel: Nitrobenzol.		
$^{5}/_{24}$	0·5937	0·4722	79·5	
$^{15}/_{24}$	0·5855	0·5207	88·9	0·041
1	0·7617	0·6984	91·7	0·020

D. Versuche mit iso-Propylbenzol.

TABELLE V.

Isopropylbenzol.

t	a	x	x%	x_2/x	K	k_1	k_2
			1. Lösungsmittel: Tetrachlorkohlenstoff.				
$^{7}/_{4}$	0·6141	0·4813	78·4	0·439	0·380		
3	0·2600	0·2468	94·9	0·425	0·431		
				0·432	**0·405**	**0·230**	**0·175**
			2. Lösungsmittel: Benzol.				
$^{21}/_{24}$	0·6620	0·4919	74·2	0·442	0·672		
$^{28}/_{24}$	0·6526	0·5463	83·7	0·397	0·675		
				0·419	**0·673**	**0·392**	**0·281**

E. Versuche mit normalem Propylbenzol und sekundärem Butylbenzol.

Diese Stoffe werden in verdünnter Tetrachlorkohlenstoff-Lösung (75 Vol.-Proz. CCl_4, 1 g Br_2 auf 30 cm³ Reaktionsgemisch) von Brom so schnell angegriffen, daß Geschwindigkeitsmessungen unmöglich sind. Bei Zimmertemperatur ist die Reaktion fast momentan (in weniger als 1 Minute beendet); bei 0° dauert der totale Verbrauch von Brom etwa 5 Minuten.

In der angegebenen Verdünnung wird ausschließlich die Seitenkette bromiert; die Reaktionsprodukte halten den Bromwasserstoff hartnäckig auf, so daß für das Verhältnis x_2/x besonders mit Pro-

pylbenzol höhere Werte als 1 (sogar bis 1·29) erhalten werden. Mit Butylbenzol wurde x_2/x gleich 1·08 gefunden.

Das Reaktionsprodukt mit n. Propylbenzol scheint kein einheitlicher Stoff zu sein: aus dem Reaktionsgemisch schieden kleine, seidenglänzende Nadeln aus, die in CCl_4 unlöslich, in Alkohol leicht löslich sind. Sie sind stark bromhaltig und sind wohl zweifach substituierte Produkte, deren weitere Identifizierung für die von uns verfolgten Ziele unwesentlich erschien. Daß auch bei der großen angewandten Verdünnung mehrfach substituierte Produkte erscheinen, hat bei der großen Reaktionsgeschwindigkeit nichts befremdendes.

Die Bromierung dieser so rasch in großer Verdünnung zu bromierenden Kohlenwasserstoffe bietet ein interessantes kinetisches Paradoxon, das besonders hervorgehoben werden mag. Wirkt auf Propylbenzol z. B. in Tetrachlorkohlenstoff Brom in größerer Konzentration ein, so verlangsamt sich die Reaktion außerordentlich und zugleich, wie bereits für Toluol nachgewiesen worden ist [1], sinkt die Seitenketten-Ausbeute. In konzentrierter Lösung reagiert Brom mit dem Gemisch langsamer als in verdünnter. Dies erhellt z. B. aus der unten stehenden Tabelle.

TABELLE VI.

Konzentration: cm³ Gemisch pro 1 g Brom	t (Stunden)	a	x%	x_2/x
		Temperatur 0°.		
30	1/12	0·3167	100	1·16 (s. ob.)
15	24	0·9478	100	
9	24	0·5500	84·7	0·655

Die Erklärung dieses scheinbaren Paradoxons ist wohl darin zu suchen, daß sich in konzentrierter Lösung der HBr mit Brom zu Polybromwasserstoffsäuren verbindet, die durch Binden des Broms die Reaktion verzögern und zugleich als kernsubstituierender Faktor wirken.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die in den Tabellen mitgeteilten Versuchsergebnisse lassen sich in folgender Tabelle zusammenfassen:

[1]) Bull. Acad. des Sc. de Cracovie **1907**, 698.

TABELLE VII.

Lösungsmittel (75 Vol. Pr.)	Toluol (25 Vol. Pr.)			Äthylbenzol			Isopropylbenzol			o. Xylol			p. Xylol			m. Xylol		
	k_1	k_2	$\frac{k_2}{k_1+k_2}$	k_1	k_2	$\frac{k_2}{k_1+k_2}$	k_1	k_2	$\frac{k_2}{k_1+k_2}$	k_1	k_2	$\frac{k_2}{k_1+k_2}$	k_1	k_2	$\frac{k_2}{k_2+k_2}$	k_1	k_2	$\frac{k_2}{k_1+k_2}$
Schwefelkohlenstoff	0·00107	0·00541	0·85	0·00	0·251	1·00							0·0055	0·0444	0·89			
Tetrachlorkohlenstoff	0·0044	0·0057	0·566	*0·00155*	*0·0128*	*0·88* [1]	0·230	0·175	0·43	0·0494	0·0353	0·42	0·0159	0·0271	0·63	2·44	0·076	0·03
Benzol	0·0121	0·0066	0·355	*0·0072* 0·0245	*0·0173* 0·221	*0·71* [1] 0·90	0·392	0·281	0·42				0·0594	0·0416	0·41	4·45	0·04	0·01
Chloroform				0·0672	0·1158	0·633												
			x_2/x			x_2/x			x_2/x			x_2/x			x_2/x			x_2/x
Eisessig			0·04			0·27												
Phenylcyanid						0·22												
Nitrobenzol			0·02			0·27									0·02			

[1] Die in Schreibschrift gedruckten Werte beziehen sich auf die Temperatur 10°.

Überblickt man die in der Tabelle angegebenen Zahlen, so ergibt sich daraus vor allem diese wichtigste Schlußfolgerung, daß die Verteilung der Reaktionsgeschwindigkeit auf Seitenkette und Kernsubstitution individuell durch das Lösungsmittel beeinflußt wird, indem im allgemeinen gemäß der von einem von uns entdeckten Gesetzmäßigkeit die ionisierenden Lösungsmittel die Kernsubstitution befördern. Zieht man damit in Betracht den von L. Bruner und J. Dłuska zuerst nachgewiesenen Einfluß der Konzentration auf die Seitenkettenausbeute, so wird man geneigt sein, dem in der Reaktion gebildeten und im Reaktionsgemische gelösten Bromwasserstoff und dessen Ionen eine wesentliche Rolle für den Bromierungsverlauf zuzuschreiben. Je schwächer ionisierende Stoffe als Lösungsmittel angewendet werden, desto mehr steigt die Seitenkettenausbeute: der Schwefelkohlenstoff, und in zweiter Linie CCl_4 erweisen sich als die am meisten die Seitenkettesubstitution fördernden Lösungsmittel. Die Unterschiede der Ausbeute, die man durch Änderung des Lösungsmittels erzwingen kann, sind ganz enorm, besonders bei den Kohlenwasserstoffen, die in nicht ionisierenden Lösungsmitteln langsam angegriffen werden. So beträgt die Ausbeute an Benzylbromid in CS_2 85%, in $C_6H_5NO_2$ und CH_3COOH dagegen nur 2%, beziehungsweise 4%; ganz ähnliche Resultate ergab auch das p. Xylol in den genannten Lösungsmitteln.

Da dieser Einfluß des Lösungsmittels sich nicht nur auf die Dunkelreaktion beschränkt, sondern sich, wie L. Bruner und J. Dłuska nachgewiesen haben, auch auf die Photobromierung erstreckt, so muß er stets beachtet werden, wenn man zu vergleichenden Schlüssen über den Verlauf der Bromierung gelangen will. So hat z. B. A. Korczyński[1]) bei seinen Versuchen über die Bromierung des Durols, Penta- und Hexamethylbenzols gefolgert, daß die Bromierung des Durols und Pentamethylbenzols gegen Licht unempfindlich ist: er hatte eben die genannten Kohlenwasserstoffe in Eisessig bromiert, der ein kernsubstituierendes Lösungsmittel ist. Wir haben uns leicht überzeugen können, daß in CS_2-Lösung die Bromierung des Durols sogar sehr lichtempfindlich ist und dabei in verdünnter Lösung das Monobromduryl $C_6H_2(CH_3)_3 . CH_2Br$ vom

[1]) Rozpr. Akad. Umiej. 42 (1902) S. 11.

Schmelzpunkte 34° und augenreizenden Geruche entsteht. Dasselbe kann wohl von Pentamethylbenzol gelten, da Korczyński selbst bemerkt, daß sein Monobrompentamethylbenzol $C_6Br(CH_3)_5$, das er zufällig in CS_2-Lösung untersuchte, gegen Brom lichtempfindlich ist.

Die Berücksichtigung des Einflusses des Lösungsmittels bildet eine notwendige Vorstufe zu einer allgemeineren Systematik der Lichtempfindlichkeit der Halogensubstitution organischer Stoffe, die in einer späteren Arbeit behandelt werden soll.

Was die stöchiometrischen Geschwindigkeitsverhältnisse anbetrifft, so sei hier bemerkt, daß in der Seitenkette die Gruppe CH_2 von Brom am leichtesten substituiert wird, und zwar um so schneller, je länger die Seitenkette ist; so werden normales Propylbenzol und sek. Butylbenzol viel schneller bromiert als das Äthylbenzol. In allen diesen Fällen wird nach den Untersuchungen von J. Schramm die Gruppe CH_2 substituiert. In Toluol oder in den Xylolen ist die Methylgruppe viel schwieriger angreifbar.

Durch Metasubstitution wird die Angreifbarkeit des Benzolkerns z. B. in Meta-Xylol außerordentlich stark erhöht, so daß dadurch bei annähernd unveränderter Angreifgeschwindigkeit der Methylgruppen die Seitenkettenausbeute auch in nicht ionisierenden Lösungsmitteln fast auf Null sinkt. Während die k_1-Werte für Ortho- und Para-Xylol von derselben Größenordnung sind, sind sie bei Meta-Xylol etwa 100 mal größer.

Krakau. Zweites Chem. Laboratorium der k. k. Jagell. Universität.

---

13. *Sztuczne pobudzenie jajek Aricii do rozwoju partenogenetycznego. — Einleitung der künstlichen Parthenogenese bei Aricia.* Mémoire de M. ***K. KOSTANECKI*** m. t.

In den Monaten März und April 1907 habe ich während meines Aufenthalts an der zoologischen Station in Neapel versucht, die Eier verschiedener Anneliden künstlich zu parthenogenetischer Entwicklung anzuregen, jedoch fielen die Versuche, trotzdem verschiedene diesbezügliche Agentien in mannigfachen Modifikationen angewandt wurden, negativ aus. Nur bei *Aricia* ist es mir gelungen, die Eier künstlich zu parthenogenetischer Entwicklung zu veranlassen, wenngleich die Entwicklung über die ersten Stadien nicht hinauskam.

Um eine Handhabe zur Beurteilung der bei der künstlichen Parthenogenese sich abspielenden Vorgänge zu gewinnen, habe ich auch die Befruchtungsstadien der Eier zu sammeln gesucht. Die künstliche Befruchtung blieb resultatlos, trotzdem sie zu wiederholten Malen mit verschiedenen Individuen vorgenommen wurde; indessen gelang es mir, aus dem Sande, in welchem die Tiere leben, unter den von den Tieren spontan niedergelegten Eiern befruchtete und sich entwickelnde Eier herauszufinden. Ich halte es für über-

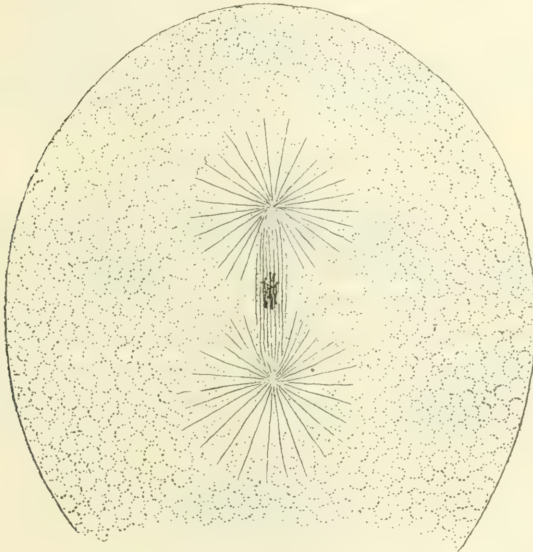


Fig. 1.

flüssig, hier eine eingehende Schilderung der Reifungs- und Befruchtungsvorgänge und der hiebei auftretenden Bilder zu geben.

Die Eier, welche befruchtungs- und entwickelungsfähig sind, werden bei *Aricia* im Stadium des Muttersterns der ausgebildeten ersten Richtungsspindel abgelegt. Die verhältnismäßig schmale aber langgezogene Richtungsspindel liegt im Zentrum des Eies; die schon in Teilung begriffenen Chromosomen liegen in dichtem Haufen in der Achse der Spindel, während an dem peripheren Teile der Zentralspindel die Spindelfasern frei von Pol zu Pol verlaufend zu su sehen sind (vergl. Fig. 1.). Als die Richtungsspindel in radialer Richtung gegen die Peripherie vorrückt, erscheint sie kürzer aber

breiter, und die Chromosomen sind in der ganzen Breite ihres Äquators lockerer angeordnet (Fig. 2.); man kann sowohl in diesem Stadium, als auch während der darauf folgenden Metakinese auf günstigen Schnitten feststellen, daß sie neun an Zahl vorhanden sind;

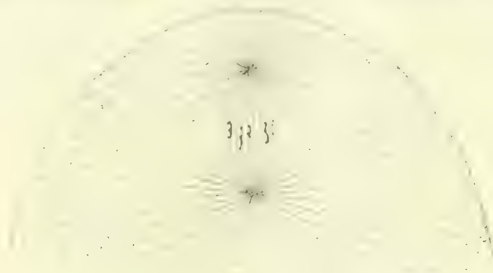


Fig. 2.

dasselbe läßt sich bei der Ausbildung der zweiten Richtungsspindel und der Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers feststellen.

Die Ausbildung der karyokinetischen Figuren der ersten und der zweiten Richtungsspindel (Fig. 3.) geht mit dem Auftreten einer mächtigen Strahlung einher, welche gegen die deutlichen punktförmigen Zentriolen hin von differenter zarterer Beschaffenheit sind,

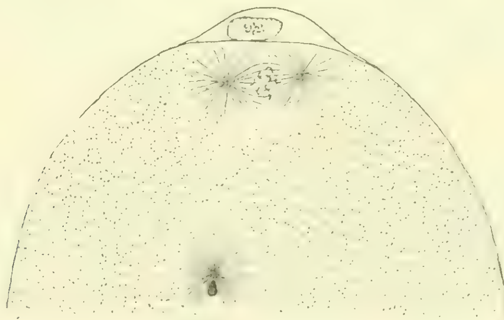


Fig. 3.

so daß aus diesem Verhalten ein charakteristisches Bild von mächtigen Sphären resultiert.

Den Spermakopf fand ich schon während der Wanderung der ersten Richtungsspindel etwas angeschwollen und vor ihm eine zarte Strahlung, welche während der Ausbildung der zweiten Richtungs-

spindel anwächst, inmitten der Strahlung sieht man ein einfaches oder doppeltes Zentriol (Fig. 3.). Die sehr großen, von sehr grobkörnigem Deutoplasma erfüllten Eier von *Aricia* sind ein sehr ungünstiges Material, um daran die weiteren Stadien, das Verhältnis der Spermastrahlung zu den Geschlechtskernen u. s. w. zu studieren, zumal die einzelnen Teile, die Kerne und die achromatischen Figuren in mehrere Schnitte zerlegt sind; aus den Figuren, die ich erhalten habe, kann man jedoch ersehen, daß sie mit den bei anderen Anneliden erhaltenen Einzelheiten die ganze Zeit hindurch bis zur Ausbildung der ersten Furchungsspindel übereinstimmen.

Die fertige Furchungsspindel verändert ihre anfänglich axiale Lage und stellt sich etwas mehr seitlich, so daß die erste Teilungsfurche

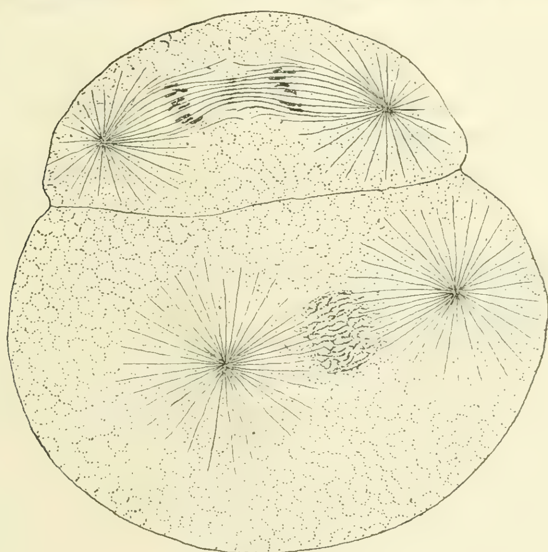


Fig. 4.

seitlich einschneidet und es so zur Teilung in zwei ungleich große Blastomeren kommt. Auch bei der nachfolgenden zweiten Furchungsteilung teilt sich die größere Furchungskugel in zwei ungleiche Blastomeren, während die kleinere, und zwar schon früher, in zwei gleich große Blastomeren zerfällt, welche der kleineren von den aus der Teilung des größeren Blastomers hervorgegangenen Zellen an Größe gleichkommen, so daß das Bild, abgesehen von der Größe der Blastomeren, dem Furchungstypus gleicht, wie ich ihn bei

Mactra und zahlreiche Autoren bei anderen Tieren beschrieben haben. Fig. 4 stellt einen Schnitt durch die beiden ersten Blastomeren dar; dem oben erwähnten Teilungsmodus entsprechend sieht man in dem kleineren Blastomer die mitotische Figur bereits im Stadium der Metakinese, während in dem größeren die Spindel erst in Bildung begriffen ist.

Um die Eier zu parthenogenetischer Entwicklung anzuregen, habe ich verschiedene, bisher bei anderen Tieren angewandte Methoden versucht, so die Behandlung mit hypertonischen Lösungen, sodann die von Lefevre mit so günstigem Erfolge bei *Thalassema* verwendeten Säurelösungen (Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Essigsäure), schließlich die kurze Einwirkung von Säurelösungen (Essigsäure, Salpetersäure) mit nachfolgender Übertragung in hypertonische Lösungen. Aber nur die letzte Methode hat zu einem positiven Ergebnis geführt, während innerhalb der ersten alle Versuche trotz der mannigfaltigsten Modifikationen durchaus erfolglos geblieben sind.

Bei Anwendung von Säurelösungen mit nachfolgender Übertragung in hypertonische Lösungen gab die Essigsäurelösung weniger gute Resultate, verhältnismäßig am wirksamsten erwies sich die HNO_3-Lösung unter nachfolgender Behandlung mit KCl- oder KNO_3-Lösungen.

Ich verfuhr dabei folgendermaßen: Da bei *Aricia* die mit Eiern, resp. Spermatozoen prallgefüllten Geschlechtsorgane durch die Haut hindurchschimmern, läßt sich das Geschlecht am lebenden Tiere leicht erkennen. Es wurden also die Weibchen sofort nach Beschaffung des Materials isoliert, von dem ihrer Oberfläche anhaftenden Sand möglichst gründlich gereinigt und das Meerwasser, in dem sie verblieben, mehrere Male gewechselt; bevor sie zur Verarbeitung gelangten, wurden sie, um noch etwa anhaftende Spermatozoen zu beseitigen, gründlich in fließendem Süßwasser ausgewaschen. Diese Vorsichtsmaßregeln genügten vollkommen, denn in den darauf auf Schnitten untersuchten Eiern wurde niemals ein Spermatozoon vorgefunden, so daß eine Befruchtung als völlig ausgeschlossen gelten darf.

Die Weibchen wurden aus dem Süßwasser in frisches Meerwasser gebracht und sodann zerschnitten, wobei sich aus den Gonaden die Eier entleerten. Diese wurden von anderen Teilen (wie Stücke des zerschnittenen Leibes, dem Sand aus dem Verdauungskanal

u. s. w.) schnell isoliert und in eine Mischung von 10 Teilen einer $^1/_{10}$ n. Lösung von Salpetersäure auf 90 Teile Meerwasser gebracht; hierin verblieben sie 2—$2^1/_2$ Minuten, wurden sodann in frisches Meerwasser, daraufhin in eine Mischung von 10 ccm einer $2^1/_2$ n. KCl-Lösung auf 90 ccm Meerwasser übertragen. Die besten Resultate wurden erzielt, wenn sie in der letztgenannten Mischung 15—20 Minuten verblieben und sodann in reines Meerwasser gebracht wurden; längeres Verweilen in KCl-Lösung oder Anwendung stärkerer Lösungen beeinflußte die Eier ungünstig; wenn die Eier in KCl-Lösung länger, ungef. 45—50 Minuten blieben, wurde die Ausstoßung der Richtungskörper völlig unterdrückt; statt der $2^1/_2$ n. KCl-Lösung wurde mit gleichem Erfolge auch eine $2^1/_2$ n. KNO_3-Lösung angewandt.

Die Eier von *Aricia* sind absolut undurchsichtig, so daß über die im Innern der Eier vor sich gehenden Veränderungen kein Aufschluß am lebenden Material zu erhalten ist.

Sobald die Eier aus der HNO_3-Lösung in reines Meerwasser übertragen werden, sieht man an einem Teil der Eier, etwa bei 40—50%, sich eine Membran abheben; bei einigen derselben tritt diese gleichmäßig im ganzen Umfange des Eies auf, bei anderen hebt sie sich nur teilweise deutlich ab, während sie im übrigen Umfange des Eies sich weniger scharf absondert und durch protoplasmatische Fäden oder eine lockere Protoplasmaschicht mit dem Eizelleibe verbunden bleibt. Anfänglich erscheint die Membran in Falten gelegt, gleichsam gerunzelt, glättet sich erst allmählich, und zwar vor allem an solchen Eiern, welche weiterhin, wie der Verlauf der Versuche zeigte, sich am besten entwickelten; bei diesen war stets eine regelmäßige, dicke, doppelt konturierte Membran durch einen deutlichen perivitellinen Raum von der Eioberfläche geschieden. Nach ungefähr 50 Minuten sieht man an manchen Eiern, welche eine Membran gebildet haben, an der Peripherie des Eies sich allmählich eine hellere Stelle ausbilden und sodann sich einen hellen Hügel emporheben, bis sich schließlich ein absolut hellklares, der deutoplasmatischen Teile vollständig entbehrendes Bläschen abschnürt, nämlich der erste Richtungskörper, während an dem Ei an dieser Stelle eine leichte Vertiefung zurückbleibt.

Bei vielen Eiern verzögert sich die Ausstoßung des ersten Richtungskörpers sehr bedeutend, bei anderen, auch bei solchen, die die Membran ausgebildet haben, unterbleibt sie vollständig, zum

Teil selbst dann, wenn sich auch an der Peripherie ein helleres Feld auszubilden begonnen hat.

Nach Ausstoßung des ersten Richtungskörpers sieht man in sehr wechselnder Zeit, bisweilen nach weiteren 30—40 Minuten, bisweilen aber erst viel später, sich wieder ein helleres Feld ausbilden und emporheben, worauf sich der zweite Richtungskörper abschnürt, der in der Regel kleiner ist.

Inzwischen sieht man aber sehr oft den ersten Richtungskörper sich in der tangentialen Richtung (im Verhältnis zur Eikugel) in die Länge strecken, sich durchschnüren, wodurch eine Teilung in zwei kleinere gleiche Zellen erfolgt, so daß zusammen mit dem ausgestoßenen zweiten Richtungskörper drei kleine Richtungskörper zu sehen sind. Anderseits muß man, falls man an lebendem Material zwei Richtungsbläschen sieht, in der Beurteilung vorsichtig sein, da es sich hier entweder um den tatsächlich ausgeschiedenen ersten und zweiten Richtungskörper, aber möglicherweise auch um die Zweiteilung des ersten Richtungskörpers handeln kann. Die Größe der wahrgenommenen hellen Bläschen kann hierbei als gewisser Hinweis gelten, da der erste Richtungskörper in der Regel größer, der zweite kleiner ist, doch muß man bedenken, daß die Größe der Richtungskörper großen individuellen Schwankungen unterliegt. Anderseits konnte ich bei fortlaufender Beobachtung des lebenden Materials feststellen, daß auch Eier, die nur einen Richtungskörper ausgestoßen hatten, sich sodann furchten.

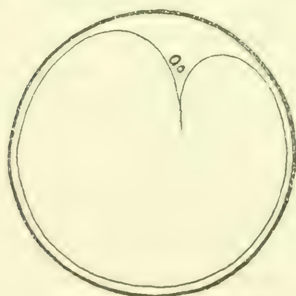


Fig. 5.

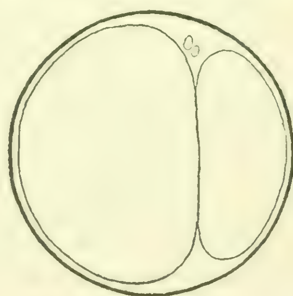


Fig. 6.

Nach Ausstoßung der Richtungkörper verschwindet alsbald das helle Feld an der Peripherie unter der Abschnürungsstelle der Richtungskörper und, nachdem ein Zeitraum von 1—1$^1/_4$ Stunden

vergangen ist, also etwa $2^1/_2$ Stunden vom Beginn des Experiments, bisweilen jedoch viel später, sieht man, wie die erste Furche zunächst an der Ausstoßungsstelle der Richtungskörper, sodann im weiteren Umkreise einschneidet, wodurch es zur Teilung in zwei Blastomeren kommt. Diese sind entweder, wie bei den befruchteten Eiern von *Aricia*, von ungleicher Größe (einen solchen typischen Fall stellt Fig. 5 und 6 dar), so daß die Teilungsfurche schief verläuft, oder aber sie sind einander völlig gleich, wobei die Teilungsfurche völlig meridional liegt. Einige von diesen Eiern verbleiben auf dem Zweizellenstadium, einige teilen sich sodann weiter, indem unter Durchschnürung des kleineren Blastomers zunächst 3 Zellen (vergl. Fig. 7.), sodann unter Durchschnürung des größeren 4 Furchungszellen entstehen; ein geringer Prozentsatz gelangte zum 6- oder 8-Zellenstadium, darüber hinaus entwickelten sie sich nicht.

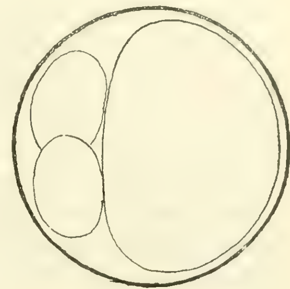


Fig. 7.

Diese wenig weit vorgeschrittene Entwickelung wird vielleicht verhältnismäßig weniger ungünstig beurteilt werden dürfen, wenn man bedenkt, daß an dem von mir in diesem Jahre verwendeten Material die künstliche Befruchtung überhaupt nicht gelingen wollte, und auch die aus dem Sand, in dem die Tiere lebten, ausgespülten befruchteten Eier sich nur teilweise weiter entwickelten; es ist möglich, daß in einem anderen Jahre, zu anderer Jahreszeit, an anderem Material, sowohl die künstliche Befruchtung ein positives Resultat ergibt, als auch die Eier in ausgiebigerem Maße sich zu parthenogenetischer Entwicklung werden anregen lassen und weiter vorgeschrittene Stadien erreichen. Es ist aber auch sehr wohl möglich, daß zum Gelingen der künstlichen Befruchtung die Anwesenheit der Schleimhülle, in der die Tiere stecken, notwendig ist; natürlich müßte dennoch bei Versuchen über künstliche Parthenogenese die Schleimhülle entfernt werden, da sonst hiedurch alle Maßregeln behufs Eliminierung der Spermatozoen illusorisch würden.

Nicht alle Eier, welche zwei oder eventuell einen Richtungskörper ausgestoßen hatten, entwickelten sich in der oben beschriebenen Weise, wenn auch anfangs bei ihnen dieselben Veränderungen sich einzuleiten schienen.

Nach Ausstoßung der beiden oder des ersten Richtungskörpers verschwand, wie wir gesehen haben, das hellere Feld an der Peripherie, zur Zeit aber, als andere Eier sich zur Teilung in zwei Blastomeren anschickten, konnte man an einer ganzen Reihe von Eiern plötzlich ganz auffallende Änderungen wahrnehmen: an der Oberfläche der Eier zeigten sich in mehr oder weniger, meist aber vollständig regelmäßigen Abständen tiefe Einkerbungen, so daß die ganze Eikugel oberflächlich vollständig zerklüftet, wie mit lauter Beulen besetzt aussah. Bei Betrachtung unter dem Mikroskop könnte man glauben, das typische Bild der Zellknospung wahrzunehmen; bekäme man ein solches Ei, ohne daß man es vorhin beobachtet hätte, zu Gesicht, so könnte man vermuten, ein spätes Stadium eines durchfurchten Eies vor sich zu haben, eine aus kleinen Zellen zusammengesetzte Morula oder Blastula. Diese Zerklüftung des Eizelleibes ist indes eine vollkommen pathologische Erscheinung, auf Schnitten sieht man in den zerklüfteten Territorien weder Kerne noch Strahlungen, der Eikern liegt entweder unter der Abschnürungsstelle des Richtungskörpers, oder in der Mitte des Eizelleibes.

Trotzdem bei *Aricia*, wie wir gesehen haben, nur die ersten Furchungsstadien auf dem Wege der künstlichen Parthenogenese sich erreichen ließen und trotzdem nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Eier überhaupt zur Entwickelung angeregt wurde, schien es mir außer der Tatsache, daß die Einleitung einer künstlichen Parthenogenese bei diesen Eiern möglich ist, auch von Interesse, die im Innern dieser Eier sich abspielenden Vorgänge näher zu studieren. Ich habe deswegen die einer ganzen Reihe von Versuchen entnommenen, in verschiedenen Entwicklungsstadien befindlichen Eier in der von mir üblichen Weise fixiert, eingebettet, in 7·5 μ dicke Schnitte zerlegt und entweder mit Hämatoxylin-Eisenalaun allein, oder unter Vorfärbung mittels Bordeaux R. tingiert.

Da die Eier von *Aricia* noch innerhalb der Gonaden die erste Reifungsspindel ausbilden, so sieht man im Innern der Eier, welche unmittelbar aus der Mischung von Meerwasser mit HNO_3-Lösung, wo sie 2—3 Minuten verweilten, fixiert wurden, ebenso an den Eiern, welche nach Ausspülung im Wasser in die KCl-Lösung übertragen und in einigen Minuten abgetötet wur-

den, nur wenige Veränderungen: die meisten bieten das Bild einer zentral gelegenen langgezogenen Spindel mit axial angeordneten Chromosomen, wie wir es in Fig. 1 gesehen haben; in einigen sieht man nur die Richtungsspindel aus ihrer zentralen Lage gegen die Peripherie emporgeschoben. Was die einzelnen Teile der

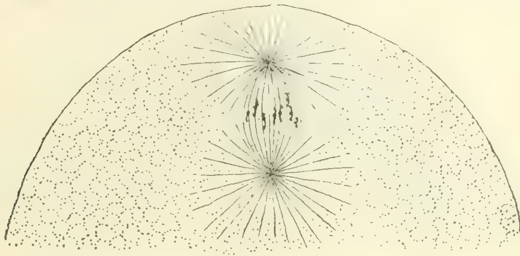


Fig. 8.

mitotischen Figur betrifft, unterscheiden sie sich weder anfänglich noch später von denjenigen in befruchteten Eiern. Ebenso analoge Bilder liefern auch die Stadien, wo die Richtungsspindel dicht an der Peripherie gelegen ist (vergl. Fig. 8.), wo sich dann der Hü-

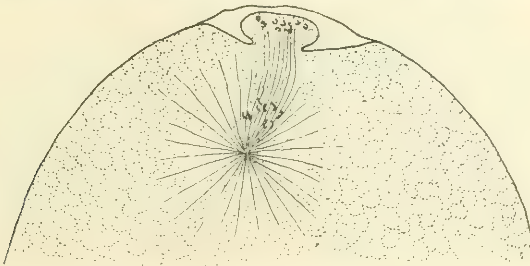


Fig. 9.

gel des ersten Richtungskörpers emporzuwölben beginnt und ebenso, als sich derselbe bereits abschnürt. Man kann in diesem Stadium deutlich wahrnehmen, daß in den ersten Richtungskörper 9 Chromosomen übergegangen und ebenso 9 Chromosomen im Ei verblieben sind (vergl. Fig. 9.); unter Teilung des mit ihnen in der Eizelle verbliebenen Zentriols bildet sich die zweite Richtungsspindel aus, welche sowohl, was die Zentralspindel, als auch was die Polstrahlung betrifft, viel zarter als die erste erscheint (vergl. Fig. 10:

der erste Richtungskörper ist hier gerade im Begriffe, sich in zwei kleinere Tochterzellen zu durchschnüren). Nach Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers bildet sich aus den im Ei verbliebenen 9 Tochterchromosomen ein ruhender Kern, der meist etwas in die Länge gestreckt erscheint und mit seiner Längsachse entweder quer oder radiär gestellt sein kann. An seiner dem Eiinnern zu-

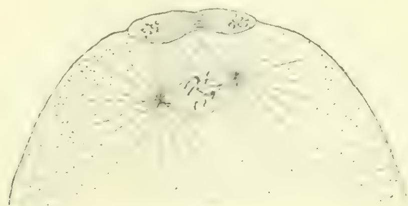


Fig. 10.

gekehrten Seite beginnt sich eine Strahlung auszubilden (Fig. 11.), sie ist anfänglich auf einen der Kernmembran offenbar dicht anliegenden Punkt gerichtet, in anderen Eiern ist die dem Kern anliegende Strahlung dizentrisch, aber auch dann noch anfänglich, wo sie nur schwach ist, auf zwei der Kernperipherie unmittelbar



Fig. 11.

anliegende Punkte zentriert, erst nach und nach rückt sie, wie weitere Bilder lehren, von dem Kern ab (vergl. Fig. 12.). Dies leitet die Ausbildung einer typischen Furchungsspindel ein, welche sich nur dadurch von derjenigen der befruchteten Eier unterscheidet, daß in ihr 9 Chromosomen statt 18 enthalten sind; die Chromosomen haben die typische Gestalt von Chromatinschleifen. Auch die weiteren Bilder, das Muttersternstadium, die Tochtersterne (vergl. Fig. 13., wo die Spindel tangential angeschnitten ist), überhaupt die Bilder bis zur Zweiteilung des Zelleibes unterscheiden sich.

abgesehen von der Chromosomenzahl, in keiner Beziehung von denen in befruchteten Eiern; die mitotische Figur erscheint nur öfters nicht, wie es in befruchteten Eiern der Fall ist, nach der Seite gerückt, sondern ist in der Achse des Eies gelegen, was der schon

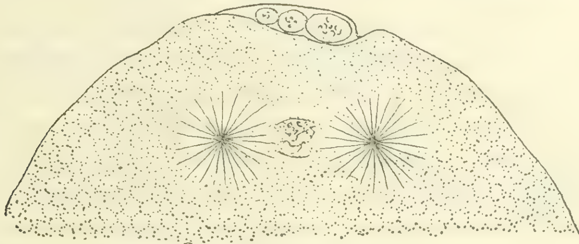


Fig. 12.

an lebendem Material beobachteten Tatsache entspricht, daß die beiden ersten parthenogenetischen Blastomeren öfters von gleicher Größe waren, wenn auch meist das parthenogenetisch sich fur-

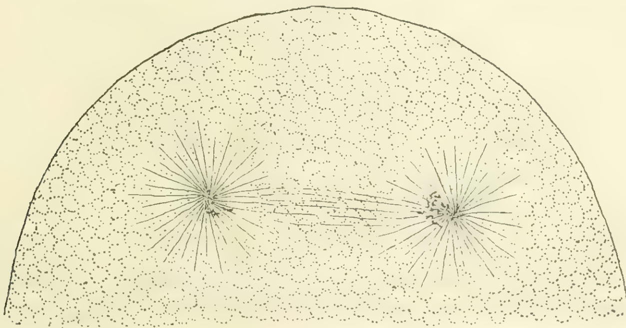


Fig. 13.

chende Ei, ebenso wie das befruchtete, in zwei ungleich große Blastomeren zerfällt (Fig. 4 und 5.).

Es muß also für *Aricia* festgestellt werden, daß bei ihren Eiern, ebenso wie bei den Eiern von *Mactra* und einer Reihe anderer Tiere, wo unreife Eier abgelegt werden, die Anwendung der hypertonischen Lösung zunächst dieselbe Wirkung hat, wie sie auch das ins Ei eindringende Spermatozoon ausübt, nämlich, daß sie imstande ist, die Reifungsteilungen auszulösen. Das unbefruchtete abge-

legte Ei enthält die erste Richtungsspindel in der Phase des Muttersterns und es verbleibt auf diesem Stadium, wenn es in gewöhnlichem Meerwasser belassen wird, beliebig lange, erst das Eindringen des Spermatozoons bringt die weiteren Veränderungen der Reifungsteilung in Gang, „allein diese Wirkung des Spermatozoons ist nicht seine befruchtende" (Boveri); dieselben Veränderungen werden auch durch hypertonische Lösungen hervorgerufen, es handelt sich hierbei, wie in befruchteten Eiern, um Anregung der vorhandenen Eizentriolen zur weiteren Tätigkeit (ebenso wie bei *Mactra*, *Thalassema* u. a. um Anregung des einfachen Eizentriols zur Teilung) ohne Bildung von neuen protoplasmatischen Strahlungen, von neuen Zentren, ohne Auftreten von „Cytastern", von künstlichen Astrosphären. Beim befruchteten Ei stammen die Zentren der Furchungsspindel aus der Teilung des vom Spermatozoon ins Ei eingeführten Zentriols, während das Zentriol, das nach Ausstoßung der zweiten Richtungsspindel im Ei zurückgeblieben ist, nicht mehr in Erscheinung tritt; die Anwendung der hypertonischen Lösung hat aber bei *Aricia* nicht nur die Auslösung der Reifungsteilungen zur Folge, sie regt auch das am Eikern zurückgebliebene Eizentrum zur weiteren Teilung und zur Bildung der Zentren der Furchungsspindel an; auch während dieses die „befruchtende" Wirkung des Spermazentrums ersetzenden Vorganges ist keine Spur von neuen, im Plasma unabhängig entstehenden Zentriolen oder Strahlungen zu sehen.

In dieser Beziehung sehen wir also einen Unterschied von den Vorgängen, welche bei Echinodermen (deren Eier als reife Eier mit bläschenförmigem Eikern nach Ausstoßung der beiden Richtungskörper entleert werden) in Erscheinung treten, wie wir sie vor allem aus der Arbeit Wilsons kennen, dagegen stehen die Vorgänge bei *Aricia* mit den Beobachtungen über die Einleitung der künstlichen Parthenogenese bei unreif abgelegten Eiern im Einklang, wie wir sie aus den Arbeiten anderer Autoren zum Teil nur vermuteten, zum Teil, insofern genauere, an Schnitten ausgeführte Untersuchungen vorliegen, direkt aus den Beschreibungen herauslesen können. Am meisten nähern sich die Vorgänge denjenigen Bildern, die Lefevre als Anfangsstadien der bei *Thalassema mellita* so schön und regelmäßig bis zum Larvenstadium fortschreitenden künstlichen parthenogenetischen Furchung beschreibt. Lefevre sah allerdings zu beiden Seiten des nach Ausstoßung der beiden Richtungs-

körper aus den im Ei verbliebenen Chromosomen gebildeten bläschenförmigen Eikerns gleichzeitig zwei kleine Strahlungen auftreten, welche zu Teilungszentren der ersten Furchungsspindel werden; da Lefevre dieselben nicht auf die Teilung einer vorhin wahrnehmbaren einfachen Strahlung zurückführen und da das mit den Chromosomen im Ei verbliebene Zentriol, wie gewöhnlich nach den Reifungsteilungen. nicht wahrgenommen werden konnte. so sieht er keinen Anhaltspunkt und keine Berechtigung zu der Annahme, daß diese Strahlungen mit der Teilung des Eizentriols im Zusammenhange stehen. Lefevre. der auch für die Zentriolen der ersten Furchungsspindel in befruchteten Eiern den Standpunkt vertritt. daß sie *de novo* entstehen und nicht dem geteilten Spermazentriol entstammen, faßt auch die Teilungszentren der ersten parthenogenetischen Furchungsspindel als Neubildungen auf.

Da ich an dem Eikern anfänglich nur eine Strahlung auftreten sah, und zwar an der Stelle, wo man das im Ei nach den Rei-

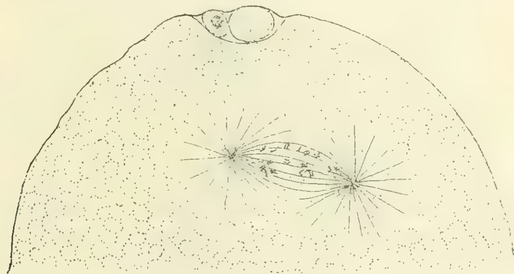


Fig. 14.

fungsteilungen verbliebene Eizentriol vermuten dürfte, und diese einfache Strahlung sicher wohl die daraufhin wahrnehmbaren zwei Strahlungen liefert. so bin ich geneigt. die Teilungszentren der ersten Furchungsspindel mit dem Eizentrum in Zusammenhang zu bringen. Die nahe Lagerung der Strahlung an dem Kerne und daher die Unmöglichkeit, in derselben das Zentriol aufzufinden, erschwert die bestimmte Entscheidung der Frage; ich hoffe auf Grund neuer, vielleicht unter günstigeren Bedingungen unternommener Versuche auf diesen Punkt zurückkommen zu können.

Ich habe schon an lebendem Material bemerkt, daß ab und zu einige Eier nur einen Richtungskörper ausstießen und zur Zeit. als in anderen die Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers er-

folgte, diese sich in zwei Blastomeren teilten. Dementsprechend fand ich auch an Schnittpräparaten in Eiern, die sicher nur einen Richtungskörper aufwiesen, eine schon ausgebildete, bisweilen schon im Stadium der Metakinese befindliche Spindel, die nicht, wie dies bei der zweiten Richtungsspindel der Fall ist, schief oder radiär gestellt war, sondern tangential lag. Solche Spindeln waren auch mehr von der Eiperipherie entfernt, dem Eiinnern zugekehrt, man sah in ihnen öfters die doppelte Zahl von Chromosomen, die sich selbst wieder zur weiteren Teilung anschickten (vergl. z. B. Fig. 14, in der oben der erste in zwei durch einen Zwischenkörper verbundene Tochterzellen geteilte Richtungskörper zu sehen ist).

Ich habe gleichfalls an lebendem Materiale festgestellt, daß einige Eier überhaupt keine Richtungskörper ausgestoßen hatten;

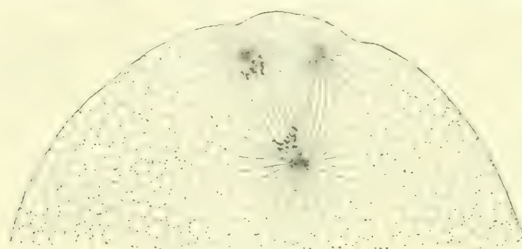


Fig. 15.

ein großer Teil dieser Eier verharrte jedoch nicht einfach in dem Stadium der ersten Richtungsspindel, wie sie in den entleerten Eiern schon zu sehen ist, sondern es gingen in ihnen verschiedene Veränderungen vor, die zu mannigfachen Bildern führten. So sah man in einigen schon nach längerer Zeit fixierten Eiern die erste Richtungsspindel noch in der Mitte des Eies liegen, die Chromosomen bildeten eine Äquatorialplatte oder waren in Metakinese begriffen, an den Polen waren die Zentriolen jedoch nicht nur geteilt, sondern die beiden Teilhälften waren sogar bedeutend voneinander entfernt, so daß die ganze mitotische Figur die Gestalt eines großen Rechtecks darbot. In anderen sah man vielpolige Figuren oder mehrere, offenbar aus den zurückgehaltenen Richtungsspindeln gebildete Kerne. Bisweilen waren gegen die Peripherie genäherte dreipolige Richtungsspindeln zu sehen, die in Metakinese begriffenen Chromosomen waren entweder auf alle drei Pole oder nur auf zwei von ihnen verteilt (vergl. z. B. Fig. 15.).

Ab und zu sah ich auch unter den Eiern, welche längere Zeit seit Beginn des Experiments fixiert wurden, neben Eiern, welche schon die zweite Richtungsspindel ausgebildet haben, auch solche, welche die erste Richtungsspindel enthielten und in derselben an jedem, oder an dem gegen das Eiinnere gekehrten Pol 18 Chromosomen statt der gewöhnlichen Neunzahl aufwiesen. Ich vermute, daß diese Richtungsspindeln mit verdoppelter Chromosomenzahl dadurch entstanden sind, daß die erste Richtungsspindel längere Zeit in dem Stadium des Muttersterns oder der Metakinese verweilte und daß die Vierergruppen sich in ihre einzelnen Elemente auflösten. Bisweilen sah man jedoch die in doppelter Zahl vorhandenen

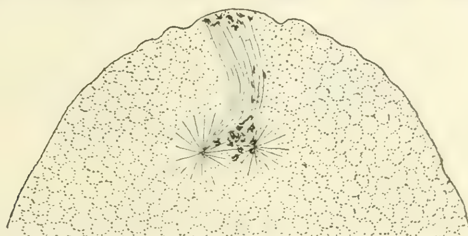


Fig. 16.

Chromosomen in weiterer Teilung begriffen (vergl. Fig. 16.), was schon entschieden als eine pathologische Erscheinung aufgefaßt werden muß und darauf hinweist, daß das Wechselverhältnis zwischen Kern und Protoplasma (in diesem Falle den in reger Teilung begriffenen chromatischen Teilen gegenüber den wie gelähmten Teilen der achromatischen Spindel) durch die angewandten Agentien eine Störung erfahren hat; dieselbe Erscheinung liegt wohl auch dem oben besprochenen, in Fig. 14 dargestellten Bilde zugrunde.

---

14. *Rodzaj Turritella w miocenie ziem polskich. — Beschreibung der Gattung Turritella im Miozän von Polen.* Mémoire de M. **WILHELM FRIEDBERG,** présenté par M. J. Niedźwiedzki m. t. dans la séance du 7 Décembre 1908.

(Planches II et III).

Seit einigen Jahren bin ich mit paläontologischen Studien an miozänen Konchylien von Polen beschäftigt. Dabei habe ich be-

merkt, daß die Gattung *Turritella* bei uns stark entwickelt ist und daß manche Formen mit den gewöhnlich ausgeschiedenen Arten nicht übereinstimmen. Diese Beobachtung gab mir Anlaß zur vorliegenden monographischen Arbeit.

Das benützte Material stammt zum Teil aus meinen eigenen Sammlungen, außerdem habe ich das ganze Material des Dzieduszycki'schen Museums in Lemberg und der Physiographischen Kommission in Krakau zur Verfügung gehabt, andere mir zum Gebrauche frei stehende Sammlungen wurden auch berücksichtigt.

Die bei der Bearbeitung benützte Literatur ist nicht sehr umfangreich (sie ist bei jeder Art angegeben), denn leider standen mir in Lemberg keine reicheren Quellen zur Verfügung. Außer der Literatur über das Miozän von Polen, welche ich fast ganz heranziehen konnte, wurden die Hauptarbeiten über fremde Gebiete (H. Hörnes, Sacco) berücksichtigt. Außerdem stand zu meiner Verfügung noch ein kleines Vergleichsmaterial.

Turritella turris Bast.

Turritella turris Basterot, Description géologique du bassin tertiaire du Sud-Ouest de la France". 1825. Seite 29, Taf. I, Fig. 11.

Beim Vergleiche zahlreicher Exemplare dieser Art aus Leognan bei Bordeaux, aus der Umgegend von Wien (Baden, Vöslau, Soos) und aus Korytnica kann man leicht erkennen, daß die *T. turris* aus Leognan mit den Exemplaren bei Wien und Korytnica nicht identisch ist. Obwohl die unteren Windungen bei Individuen aller Lokalitäten übereinstimmen (fünf Querreifen, von denen der vierte am stärksten ist) haben doch die Exemplare von Leognan (Taf. II Fig. 1) auf den Anfangswindungen einen deutlichen Kiel, auf welchem der stärkste Reifen verläuft und deshalb verleihen sie dem jüngeren Teile des Gehäuses ein schraubenförmiges Aussehen; die Embryonalwindungen haben auch diesen Kiel, jedoch nur einen Reifen.

Alle Exemplare aus der Umgegend von Wien (zirka 50), welche ich durchmustert habe, und die von Korytnica (zirka 100) besitzen auf den ersten Windungen keinen Kiel und 5 oder wenigstens 3 Querreifen. Diesen Unterschied der typischen Form von Basterot gegenüber hat auch wahrscheinlich Sacco [1]) bemerkt, wenn er (zwar

[1]) Sacco, „I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria". Teil 19, Seite 3.

ohne die Diagnose zu geben) die vom M. Hörnes beschriebene Form als eine Varietät (*Turritella turris* Bast., *var. badensis* Sacco) beschreibt.

Turritella turris ist sehr veränderlich, ich mußte deshalb einige Varietäten unterscheiden.

Turritella turris Bast., **forma typica.** Taf. II, Fig. 2.

Anfangswindungen mit Kiel und geringer Zahl von Querreifen.

Loc.: Korytnica (1 unvollständiges Exemplar.), Woroniaki (1 Bruchstück).

Turritella turris Bast., **var. badensis** Sacco. Taf. II, Fig. 3—4.

Turritella turris Bast. — H. Hörnes: Die fossilen Mollusken v. Wien. Bd. I, Seite 423—4, Taf. 43, Fig. 15—16.

Außer den 5 Querreifen befinden sich sehr oft schwache Querlinien. welche manchmal deutlicher werden und das Aussehen zahlreicher Querreifen hervorrufen.

Loc.: Korytnica und Lipa (sehr häufig), Hołubica (3 Ex.), Rzegocina (Bruchstücke), Podhorce (1 Ex.).

Turritella turris var. sexcincta mihi. Taf. II, Fig. 5.

Im oberen Teile der letzten Windungen tritt noch ein stärkerer Querreifen hervor, am stärksten ist also der fünfte Reifen, unter dem sich noch ein sechster befindet.

Loc.: Korytnica und Lipa (einige Ex.).

Turritella turris var. oligocincta mihi. Taf. II, Fig. 6—7.

Diese Varietät weist eine geringere Zahl von Querreifen auf. Es verschwindet nämlich entweder der eine von den oberen Querreifen, so daß man also nur vier stärkere Querreifen vorfindet (der dritte ist am stärksten), oder es verschwindet der dritte, wodurch zwischen dem zweiten und dem dritten ein breites Band frei bleibt.

Loc.: Korytnica (4 Exempl.), Lipa (2 Ex.).

Turritella turris var. duplicata mihi. Taf. II, Fig. 8—9.

Einige, oder bloß einer von den unteren Querreifen ist doppelt.

Loc.: Korytnica (3 Ex.).

Turritella turris var. tricincta mihi. Taf. II, Fig. 10.

Die zwei oberen Querreifen sind schwach, die drei unteren je-

doch dick, der mittlere von ihnen (der vierte von allen) ist am stärksten. *T. turris var. crassulleeincta* Sacco (Sacco, ibidem, Seite 4, Taf. I, Fig. 6) ist ganz ähnlich, was die Skulptur der Windungen anbelangt, unsere Form hat jedoch runde Windungen und ist kleiner (Länge 30 mm, Beite 7 mm).

Loc.: Hołubica (1 Ex.), Rzyca bei Chmielnik (1 Ex.).

Turritella Archimedis Brong. Taf. II, Fig. 11—12.

Turritella Archimedis Brong. — Pusch: Polens Paläontologie. Seite 104.

Turritella Archimedis Brong. — H. Hörnes: l. c., Seite 424—26, Taf. 43, Fig. 13—14.

Archimediella Archimedis Brong. *var. dertonatior* Sacco — Sacco: l. c., Seite 12, Taf. I, Fig. 38.

Turmförmig, 40—50 mm hoch, alle Windungen mit zwei starken, scharfen Kielen; zwischen ihnen, auch unterhalb und oberhalb derselben sind bis 10 feine, linienförmige Reifen zu sehen. Unsere Exemplare stimmen vollkommen mit denen von Vöslau überein.

Loc.: Korytnica (3 Ex.), Hołubica (1 Ex.), Dryszczów (einige), Rzegocina (kleine Bruchstücke). Uhlig bestimmte sie aus Niskowa und Grudna Dolna, Niedźwiedzki aus Bogucice, Wiśniowski aus Myszyn. Diese Art ist überhaupt seltener [1]).

Turritella dertonensis Mayer. Taf. II, Fig. 13.

Archimediella dertonensis Mayer. — Sacco, l. c., Seite 12—13, Taf. I, Fig. 39.

2 Exemplare, das größere ist 39 mm lang, 11 mm breit. Die Windungen sind wenig gewölbt und mit 2 erhabenen und außerdem mit mehreren (8—10) schwächeren Querreifen versehen, von denen einer (zwischen dem oberen Querreifen und der oberen Naht gelegen) bedeutend stärker ist.

Diese Art steht der *T. Archimedis* nahe, unterscheidet sich aber hauptsächlich durch das Vorhandensein eines dritten, stärkeren Hauptreifens.

Loc.: Korytnica (2 Ex.); diese Art ist bei uns noch nicht beschrieben worden.

[1]) Einige Autoren trennen die *T. Archimedis* des Hörnes von derjenigen des Brongniart. Da ich die Originalarbeit von Brongniart nicht benützen konnte, kann ich mich in dieser Hinsicht nicht äußern.

T. dertonensis var. subconica Sacco. Taf. II, Fig. 14.

Sacco, l. c., Seite 13, Taf. I, Fig. 40.

Ein Exemplar, 47 mm lang, 10 mm breit, aus 15 Windungen bestehend, gehört wahrscheinlich dieser Varietät an, worauf die schlankere Gestalt und die schwächer gesonderten Windungen hindeuten. Auf den Windungen sind außer den 2 Hauptreifen, noch 2 schwächere Querreifen im oberen Teile der Windungen, von welchen der zweite etwas stärker, als der erste ist.

Loc.: Hołubica (1 Exempl.).

Turritella Pythagoraica Hilb. Taf. II, Fig. 15—16.

Turritella duplicata (L). — Dubois de Montpéreaux: Conchiologie fossile..., Seite 37—38, Taf. II, Fig. 19—20.

Turritella bicarinata (Pusch) — Pusch: Polens Paläontologie, Seite 104—105, Taf. X, Fig. 3.

Turritella Pythagoraica Hilb. — Hilber: Neue und wenig bekannte Konchylien a. d. ostgaliz. Miozän. Seite 9, Taf. I, Fig. 19.

Turritella c. f. *Pythagoraica* Hilb. — Hilber: ebda, Seite 10, Taf. I, Fig. 20.

Diese Art war schon früher von Dubois und Pusch beschrieben worden, wie es aus dem Synonymenverzeichnis ersichtlich ist. Da jedoch die Namen dieser Autoren (*T. duplicata* und *T. bicarinata*) schon auf andere Arten angewendet worden sind, erscheint es angezeigt, den Namen Hilbers beizubehalten, da aber diese Art sehr stark variiert, mußte ich mehrere Varietäten ausscheiden.

Die typische Form ist aber auch gewissen Schwankungen unterworfen, so daß aus diesem Grunde ihre Diagnose umfangreicher gestellt werden mußte, als es von Hilber geschehen ist.

T. Pythagoraica ist zirka 50 mm lang, bei 12 mm größter Breite, die Zahl der Windungen beträgt gegen 15. Jede Windung ist oben dachförmig (dieser Teil ist größer), unten eingezogen, und trägt zwei starke Reifen, welche jedoch schwächer sind als bei *T. Archimedis*; der obere ist in der Mitte der Windung gelegen, der untere etwas oberhalb der unteren Naht. Außer der Hauptreifen besitzt jede Windung noch mehrere schwache Reifen: oberhalb des oberen Hauptreifens sind 8 schwache, von denen abwechselnd 4 schwächer und 4 stärker sind, zwischen den Hauptreifen liegen 3—8 schwächere, von denen der mittlere am stärksten ist, und

unterhalb des unteren Hauptreifens sehen wir noch 3—4 schwächere. Die Zuwachsstreifen sind manchmal stark entwickelt, weshalb die Reifen in diesem Fall perlschnurförmig aussehen. Auf den ersten Windungen sind zwei Hauptreifen deutlich, die schwächeren dagegen sind in geringerer Zahl entwickelt; die Embryonalumgänge sind rundlich und ganz glatt.

Auf manchen größeren Gehäusen sind die letzten Umgänge von runder Gestalt, was hauptsächlich dadurch verursacht wird, daß einige der sekundären Reifen an Größe den zwei Hauptreifen gleich werden; dann finden wir dort 4, 5 oder 6 Hauptreifen. Solche Individuen sind infolge der großen Ähnlichkeit mit *T. turris* Bast. schwer zu bestimmen und nur der Unterschied im Aussehen der ersten Windungen gibt einen Anhaltspunkt zur Scheidung dieser Arten. Manchmal werden bei dieser Art die Umgänge flacher.

Loc.: Bogucice, Zgłobice, Pobitno, Podhorce (sehr häufig), Jasionów, Holubica (häufig), Czepiele, Hołdy, Smólno, Potylicz, Dryszczów, Brzeżany, Czerniszówka, Leworda, Trościaniec, Woroniaki Husiatyn, Korytnica.

Turritella Pythagoraica Hilb. var. irregularis mihi. Taf. II. Fig 17—18.

An Größe ist diese Varietät der typischen Form gleich, die Windungen sind jedoch mit 3, 5 (oder mehr) Hauptreifen versehen, der mittlere von ihnen, welcher dem oberen Hauptreifen entspricht, ist am stärksten.

Loc.: Podhorce (10 Ex.).

Turritella Pythagoraica var. minor mihi. Taf. II. Fig. 19—20.

Klein, bis 30 mm lang, der obere Teil der Windungen konkav, die Windungen gekielt, die Kiele dort gelegen, wo die zwei Hauptreifen verlaufen. Diese Varietät erinnert sehr an die Jugendformen der typischen *T. Pythagoraica*, da man jedoch an manchen Orten (Biała Góra bei Olesko, Holubica) jetzt nur diese Form finden kann, während die typischen, großen Exemplare ganz fehlen, glaube ich, das Vorhandensein einer Varietät annehmen zu können.

Loc.: Holubica (sehr häufig), Olesko (Biała Góra), Hołdy, Pieniaki, Tarnoruda, Turówka, Czerniszówka, Werchów, Szuszkowce, Żukowce, Żabiak.

Turritella Pythagoraica Hilb. **var. indigena** Eichw. Taf. II, Fig. 21—22.

Turritella indigena Eichw. — Eichwald: Naturhist. Skizzen v. Lithauen. Wilna 1830.

Turritella indigena Eichw. — Eichwald: Lethea rossica, Bd. III, Seite 278—9, Taf. X, Fig. 21.

Gehäuse kleiner, bis 40 mm lang. Die Anfangswindungen sind denen von *var. minor* ähnlich, auf den folgenden ist der mittlere linienförmige, zwischen den Hauptreifen gelegene Reifen so stark wie die beiden Hauptreifen, auf den letzten 2—3 kugeligen Windungen werden auch die übrigen Nebenreifen (bis 6) den Hauptreifen ähnlich.

Es muß die geographische Selbständigkeit dieser Varietät betont werden, da sie nur im Osten (Wolhynien und Russisch-Podolien) vorkommt.

Loc.: Trościaniec (Podolien häufig), Żukowce, Szuszkowce, Zapadnia, Stary Poczajów, Butyń, Werchów, Werbowiec, Biłka, Żabiak, Morozicha (Wolhynien).

Turritella Pythagoraica Hilb. **var. infirmior** mihi. Taf. III, Fig. 1.

Turritella turris aff. var. percinctula Sacco — Friedberg: Młodszy miocen Galicyi zachodniej. Sprawozd. Komisyi Fizyogr., Bd. 41, Seite 25—26, Fig. 3.

Die Hauptreifen sind schwächer, auf den letzten 3 Windungen unregelmäßig verteilt. Ich habe früher diese Form als der *T. turris var. percinctula* Sacco nahestehend bestimmt, da jedoch das Hauptmerkmal der *T. Pythagoraica* Hilb., nämlich die zwei schwachen Reifen, hier vorkommt, finde ich die gegenwärtige Ausscheidung zweckmäßiger.

Loc.: Błonie.

Turritella Pythagoraica var. duplicata mihi. Taf. III, Fig. 2.

An Größe der *T. Pythagoraica* gleich, der obere Hauptreifen doppelt, die Nebenreifen etwas stärker als bei den vorigen Varietäten.

Loc.: Podhorce (1 Ex.).

Auf der Tafel III, Fig. 3 habe ich ein unvollständiges Exemplar aus Volhynien abgebildet, welches ohne nähere Ortsangabe im Dzieduszyckischen Museum aufbewahrt wird. Es ist 26 mm lang und der *T. Pythagoraica var. minor* ähnlich, der obere Kiel ist jedoch stärker. Der Gestalt nach ähnelt dieses Fragment der

T. bicarinata Eichw., der Skulptur der Schale nach ist es jedoch ganz verschieden (keine Querfurchen, nur einige schwache Querreifen). Da das Exemplar sehr mangelhaft ist (es sind nur 5 letzte Umgänge vorhanden), muß ich von näherer Bestimmung absehen.

Turritella Rabae Niedźw. Taf. III, Fig. 4—6.

Turritella Rabae Niedźw. — Niedźwiedzki: Zur Kenntnis der Fossilien des Miozäns bei Wieliczka u. Bochnia. Sitzungsber. d. Wien. Akad., J. 1886, Seite 18—20, Taf. I u. f., Fig. 3—5.

Turritella marginalis Brocc. — ebda, Seite 19. Taf. I. Fig. 6.

Turritella Rabae Niedźw. — Friedberg: Młodszy miocen Gal. Zach. Seite 26—27.

Diese Art ist der *T. Pythagoraica* ähnlich, unterscheidet sich jedoch durch schwach gewölbte, fast flache Umgänge und dadurch, daß die zwei Hauptreifen sehr schwach entwickelt sind. Nur auf den Anfangswindungen treten sie stärker hervor, auf den letzten Windungen werden sie undeutlich, weil andere Reifen (zirka 10) ihnen an Stärke gleichkommen. Die Umgänge sind unten etwas eingezogen, manchmal kommt unten ein schwacher Kiel zum Vorschein. An Größe unterscheidet sich auch diese Art von der vorigen, da sie gewöhnlich kleiner ist (30—40 mm lang).

Loc.: Bogucice, Grabowiec, Zgłobice, Chodenice, Błonie, Pobitna, Nockowa, Babica. Diese Art kommt nur in Westgalizien vor.

Turritella Dzieduszyckii M. Łom. Taf. III. Fig. 7—8.

Turritella Rabae Niedźw. *var.* — Friedberg: Nowe skamieliny miocenu ziem polskich, Lemberg 1907. Seite 8, Taf. I, Fig. 2.

2 Exemplare aus Leworda habe ich früher als *T. Rabae var.* beschrieben; nun habe ich in den Sammlungen des Dzieduszyckischen Museums noch zwei weitere Stücke gefunden, welche von M. Łomnicki als *T. Dzieduszyckii* (in litt.) ausgeschieden wurden. Diese vier Exemplare haben mir ein besseres Studium dieser Art erlaubt.

T. Dzieduszyckii ist zirka 40 mm lang, 11 breit bei 14 Windungen. Der obere Teil der Windungen ist etwas konkav, der untere schwach gewölbt, bei einem Exemplar (Fig. 8) sind die Windungen ganz konkav. In der Mitte der Windungen ist ein schwacher Kiel gelegen, der zweite etwas oberhalb der unteren Naht, auf beiden Kielen verlaufen deutliche, wenn auch schwache Reifen. Sonst sehen die Umgänge ganz glatt aus, nur unter der Lupe sind

zahlreiche (15—20) sehr feine Querlinien sichtbar. Die Mündung ist fast rund, die linke Lippe etwas umgeschlagen.

Loc.: Leworda (4 Exempl.).

Turritella holubicensis mihi. Taf. III, Fig. 13.

26 mm hoch, 7 mm breit, spindelförmig, besteht aus 16 Windungen, welche durch undeutliche Nähte geschieden sind. Die Windungen besitzen 12—15 gedrängte Querreifen, zwischen denen noch schwächere liegen. Auf jedem Umgange finden sich zwei etwas stärkere Querreifen, einer etwas unterhalb der Mitte, der andere etwas oberhalb der unteren Naht; der untere Querreifen ist stärker.

T. Bellardi May. ist ähnlich, hat aber gewölbte, nicht flache Umgänge, entbehrt auch der zwei stärkeren Querreifen.

Loc.: Hołubica (1 Ex.).

Turritella pulchra mihi. Taf. III, Fig. 14.

Das Gehäuse ist wahrscheinlich bis 30 mm lang, die Windungen sind schwach gewölbt, durch breite Furchen voneinander geschieden. Jede Windung hat zwei schwache, ringförmige Kiele, welche durch schwache Einknickungen der Windungen entstehen. Die Windungen besitzen zahlreiche (25) feine Querreifen, von welchen manche (bis 5) stärker sind. Zahlreiche Zuwachsstreifen verursachen ein perlschnurartiges Aussehen der Reifen.

Wirklich ähnliche Arten kann ich nicht angeben, *T. Pythagoraica* ist zwar verwandt, weicht aber in Gestalt und Skulptur ab.

Loc.: Dryszczów (2 beschädigte Exemplare).

Turritella bicarinata Eichw. Taf. III, Fig. 9—12.

Turritella bicarinata Eichw. — Eichwald: Naturhist. Skizze v. Lithauen... Seite 220.

Turritella bicarinata Eichw. — Eichwald: Lethea rossica. Bd. III, Seite 280—1, Taf. X, Fig. 23 (partim).

Turritella bicarinata Eichw. — M. Hörnes: Die fossilen Mollusken... Seite 426—7, Taf. 43, Fig. 8—11 (partim).

Zahlreiche, typische Exemplare, welche denjenigen von Wien vollkommen gleichen, entsprechen jedoch der dritten Varietät bei M. Hörnes (l. c. Fig. 8—9), da von den beiden Reifen der obere stärker ist. Die Oberfläche der Windungen und der beiden Reifen ist fein gefurcht. Die Unterschiede bestehen nur im Verhält-

nisse der Länge zur Breite des Gehäuses, während bei den Exemplaren von Dryszczów das Verhältnis 60 : 15 beträgt, ist es beim Exemplar von Holubica wie 34 : 13.

Bei einigen Exemplaren von Dryszczów kann man außer den zwei Hauptreifen noch zwei schwache Reifen in oberen Teile der Windungen bemerken (Fig. 12).

Loc.: Zgłobiec, Podhorce, Holubica (häufig), Czepiele, Hołdy, Dryszczów (sehr häufig), Trościaniec Mały, Łuka Mała, Czerniszówka, Dżurów. Von den Autoren werden noch erwähnt: Kozakowa Góra, Podhajce, Grudna Dolna, Rowego Gaj.

Turritella bicarinata Eichw. var. scalaria Buch. Taf. III. Fig. 16

Turritella scalaria de Buch. — Dubois: Conchiologie fossile, Seite 36—37, Taf. II, Fig. 18.

Turritella bicarinata Eichw. — M. Hörnes: Die fossilen Mollusken, Seite 426—7, Taf. 43, Fig. 12 (?) (partim).

Umgänge sehr deutlich geschieden. Gewinde schraubenförmig; das größte Exemplar von Szuszkowce mißt 52 mm Länge, bei 16 mm größter Breite. Die untere Fläche eines jeden Umganges, welche vierkantig sind, steht vertikal zur Achse, die Seitenfläche ist flach, die obere dachförmig. Auf den Seitenrändern der Windungen finden sich manchmal oben und unten wulstenförmige, flache Reifen. Die ganze Oberfläche der Schale ist, wie bei der typischen Form, fein und dicht gefurcht.

Loc.: Szuszkowce (10 Ex.), Fulsztyn, Trościaniec. Es muß die geographische Selbständigkeit dieser Varietät betont werden, da sie nur auf den östlichen Teil von Polen (Wolhynien, Ost-Podolien) beschränkt ist.

Turritella subangulata Brocc. **var. polonica** mihi. Tafel III, Fig. 25—26.

Turritella subangulata Brocc. — Eichwald: Lethea rossica... Seite 279—80, Taf. X, Fig. 22.

Turritella spirata Brocc. — Eichwald: Lethea rossica... Seite 281—2, Taf. X, Fig. 24.

Beim Vergleiche der Exemplare der *T. subangulata* Brocc. aus Italien (St. Agatha, Castelnuovo d'Asti) mit denen von Polen habe ich einige Unterschiede bemerkt. Unsere Exemplare sind stärker gekielt, der Kiel liegt mehr in der Mitte der Umgänge, bei den

Exemplaren aus Italien unterhalb der Mitte. Die Wiener Exemplare (wie ich aus den Figuren in der Monographie von M. Hörnes ersehen kann) sind auch etwas verschieden, obwohl sie, was die angegebenen Merkmale anbelangt. eine Mittelstellung zwischen den Exemplaren aus Italien und denen von Polen einnehmen.

Loc.: Pustomyty, Proniatyn, Bilcze, Zgłobice, Rzegocina.

Turritella tricincta Bors. Taf. III, Fig. 15.

Turritella Riepeli Partsch. — M. Hörnes: Die fossilen Mollusken..., Seite 421—2, Taf. 43, Fig. 2.

Haustator tricinctus Bors. — Sacco: I molluschi... l. c. Seite 25—26, Taf. II, Fig. 28.

2 Exemplare, das größere ist 52 mm lang, 16 breit, hat 12 Umgänge (ohne Embryonalumgänge). Die Umgänge sind wenig gewölbt, mit 3 Reifen versehen, abgeplattet, breit und ebenso wie die Zwischenräume gefurcht. Die Reifen sind gleich stark, auf den ersten Windungen sind wahrscheinlich nur zwei Reifen, was ich nicht genau konstatieren kann, da die Exemplare abgerieben sind. Von der ähnlich aussehenden *T. vermicularis* Brocc. sind unsere Exemplare ganz verschieden.

Loc.: Korytnica (2 Exempl.).

Turritella Bieniaszi n. sp. Taf. III, Fig. 17—18.

Leider nur Bruchstücke, wenn auch in großer Anzahl vorhanden. Diese Art ist 50—60 mm lang, unten 14 mm breit. Die Umgänge sind wenig gewölbt, oben und unten eingezogen. Die Skulptur besteht aus drei starken Reifen, von denen sich einer in der Mitte der Windungen, die zwei anderen in der Nähe der Nähte befinden. In den Zwischenräumen liegen 3—5 schwache Querreifen, von denen der mittlere etwas stärker ist, manchmal aber an Stärke den drei Hauptreifen gleichkommt; auf den Anfangswindungen verschwindet der obere Hauptreifen.

Ich konnte in der mir zugänglichen Literatur keine dieser identische Art finden. Herr Dr. Schaffer in Wien hatte die Güte, meine Exemplare mit denjenigen des k. k. Naturwissenschaftlichen Hofmuseums zu vergleichen, und bestätigte meine Meinung, daß diese Art neu sei. Als ähnlich könnte nur *T. termicularis* Brocc. bezeichnet werden.

Loc.: Dryszczów (sehr häufig, von Bieniasz gesammelt).

Turritella Bieniaszi Friedb. var. carinata mihi. Taf. III. Fig. 19—20.

Der untere Hauptreifen ist bedeutend stärker, weshalb er kielförmig absteht.

Loc.: Dryszczów.

Turritella Bieniaszi Friedb. var. percincta mihi. Taf. III. Fig. 21—22.

Auf den letzten Umgängen finden sich mehrere (4—6) Hauptreifen, aus ihrer Lage kann man ersehen, daß es Nebenreifen sind, welche bei dieser Varietät so stark wurden, wie die Hauptreifen.

Loc.: Dryszczów.

Turritella multicostata n. sp. Taf. III, Fig. 23—24.

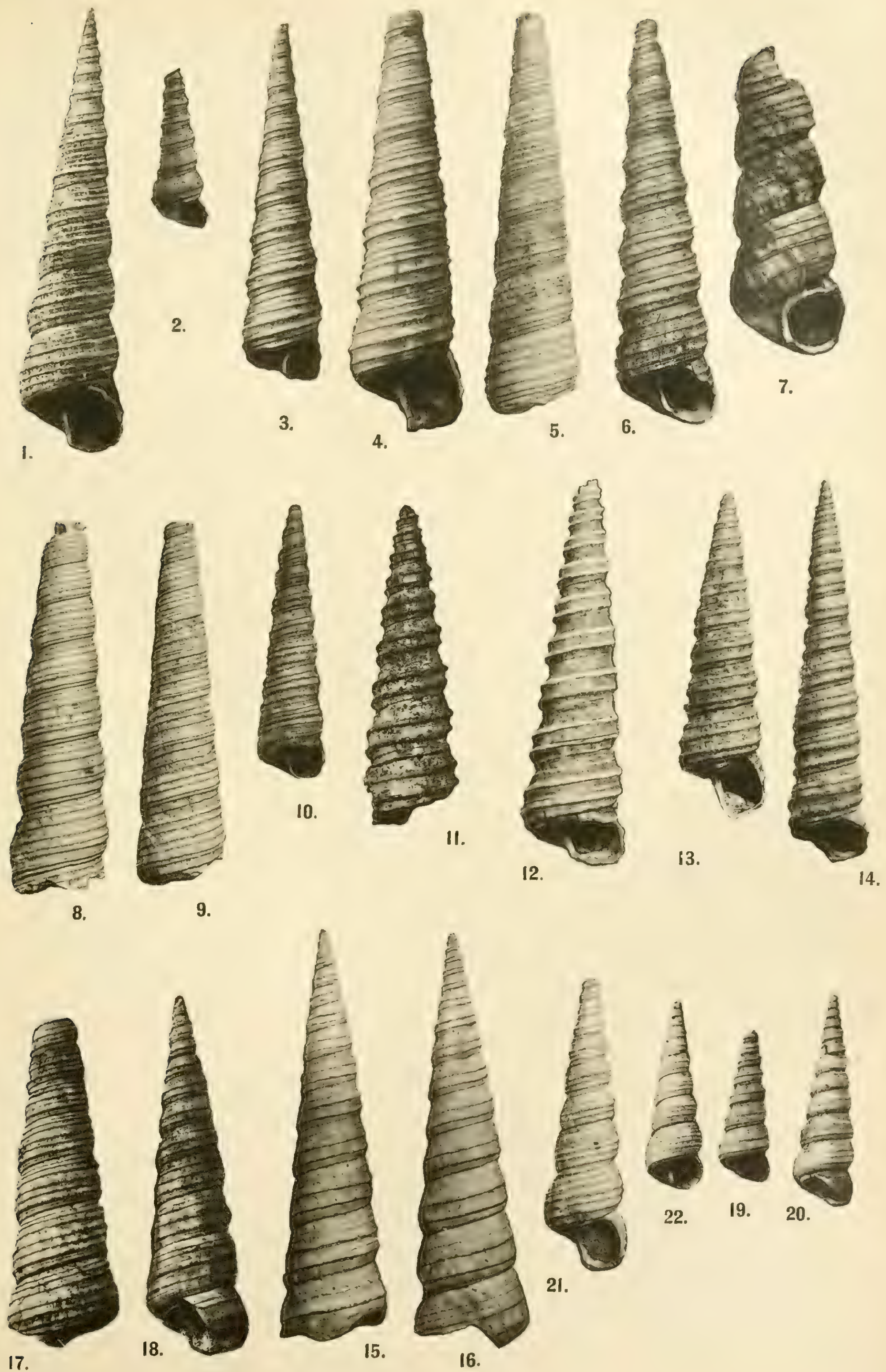
Turritella marginalis Brocc. Friedberg: Młodszy miocen Gal. zach. l. c., Seite 75.

Die Gehäuse, welche ich früher als *T. marginalis* Brocc. beschrieben habe, stimmen mit dieser Art nicht ganz überein. Die Unterschiede bestehen in folgenden Merkmalen: 1) Die Windungen sind bei meinen Exemplaren weniger flach, sogar etwas gewölbt, 2) sie haben keinen Kiel im unteren Teile der Windungen, 3) die Querreifen sind stärker. Prof. Mariani in Mailand hatte die Güte, meine Exemplare mit den Original-Exemplaren von Brocchi zu vergleichen, und erklärte, daß sie nicht übereinstimmen.

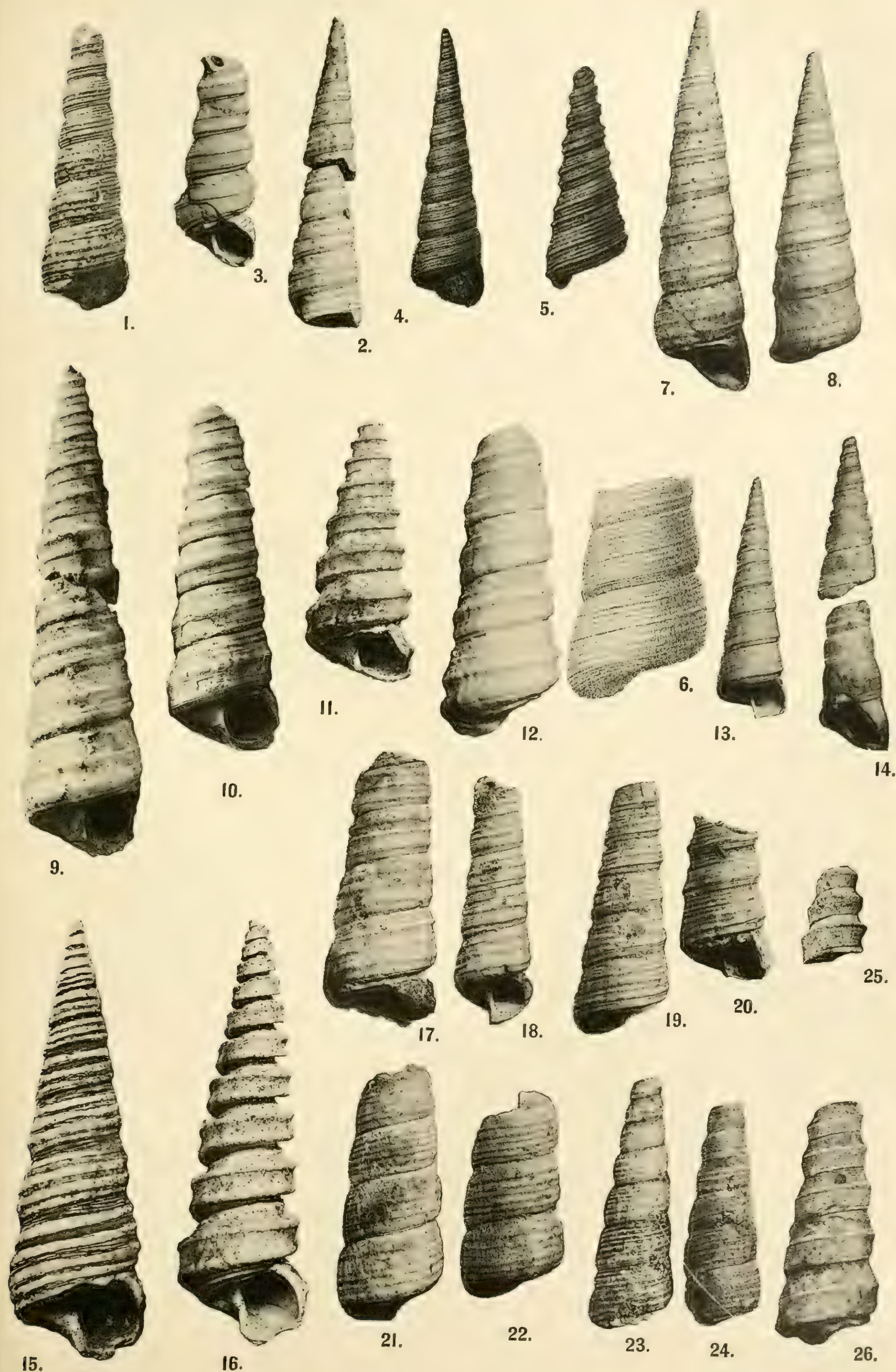
T. multicostata ist 40—50 mm lang, 11—12 mm breit, die Zahl der Windungen beträgt bis 15. Die Windungen sind oben und unten eingezogen, sie haben also keinen Kiel. Auf den Windungen sind zahlreihe (5 — 10) abgeplattete Querreifen, zwischen denen gewöhnlich je ein schwächerer gelegen ist. Die Zuwachsstreifen bewirken, daß die Querreifen manchmal wie gekräuselt erscheinen. Auf den letzten Umgängen ist die Zahl der starken Querreifen nicht selten geringer, weshalb diese Exemplare an *T. turris* Bast. erinnern, jedoch ist in diesem Fall der dritte, nicht der vierte Querreifen am stärksten. Bei manchen Gehäusen sieht man auf den ersten Umgängen zwei sehr schwach angedeutete Kiele.

Loc.: Błonie (häufig); bei größerem Materiale könnte man in dieser Art einige Varietäten unterscheiden.

Bei Zusammenstellung der beschriebenen Arten in Untergattungen erhalten wir folgende Einteilung:



W. Friedberg.



W. Friedberg.

Zakład fototechniczny A. Trybalskiego w Krakowie.

Turritella (s. str.) turris Bast.
„ (*Archimediella*) *Archimedis* Brong.
„ „ *dertonensis* Mayer.
„ „ *Pythagoraica* Hilb.
„ „ *Rabae* Niedźw.
„ „ *Dzieduszyckii* M. Łom.
„ „ *holubicensis* Friedb.
„ „ *pulchra* Friedb.
„ (*Zaria*) [1]) *bicarinata* Eichw.
„ „ *subangulata* Brocc.
„ (*Haustator*) *tricincta* Bors.
„ „ *Bieniaszi* Friedb.
„ „ *multicostata* Friedb.

Tafelerklärung.

TAFEL II.

Fig. 1.	Turritella turris Bast, forma typica . . .	×1·2	Leognan, [bei Bordeaux.
Fig. 2.	„ „ „ „ „ . . .	×1·2	Korytnica.
Eig. 3 i 4.	„ „ var. badensis Sacco . . .	×1·2	Korytnica.
Fig. 5.	„ „ var. sexcincta Friedb. . .	×1·2	Korytnica.
Fig. 6—7.	„ „ var. oligocincta Friedb. .	×1·2	Korytnica.
Fig. 8—9.	„ „ var. duplicata Friedb. . .	×1·2	Korytnica.
Fig. 10.	„ „ var. tricincta Friedb. . .	×1·4	Hołubica.
Fig. 11.	„ Archimedis Brong.	×1·2	Hołubica.
Fig. 12.	„ „ „	×1·2	Korytnica.
Fig. 13.	„ dertonensis Mayer	×1·2	Korytnica.
Fig. 14.	„ „ var. subconica Sacco	×1·2	Hołubica.
Fig. 15—16.	„ Pythagoraica Hilb., forma typica	×1·2	Podhorce.
Fig. 17—18.	„ „ var. irregularis Friedb.	×1·2	Podhorce.
Fig. 19—20.	„ „ var. minor Friedb.	×1·2	Hołubica.
Fig. 21.	„ „ var. indigena Echw.	×1·4	Szuszkowce.
Fig. 22.	„ „ „ „ „	×1·2	Trościaniec.

TAFEL III.

Fig. 1.	Turritella Pythagoraica Hilb. var. infirmior Friedb.	×1·2	Błonie.
Fig. 2.	„ „ „ var. duplicata Friedb.	×1·4	Podhorce.
Fig. 3.	„ „ „ var. ign.	×1·2	Wołyń

[1]) Sacco zählt diese Art zu *Archimediella* (mit Fragezeichen); es wäre vielleicht am besten, für sie eine besondere Untergattung aufzustellen.

Fig. 4.	Turritella Rabae Niedźw.	×1 (photogr. Reproduktion der Figur v. Niedźwiedzki)		Grabowice
Fig. 5.	„ „ „	×4 (photogr. Reproduktion der Figur v. Niedźwiedzki) (Anfangswindungen)		Grabowice.
Fig. 6.	„ „ „	×2 (photogr. Reproduktion der Figur v. Niedźwiedzki) (letzte Windungen)		Grabowice.
Fig. 7—8.	„	Dzieduszyckii M. Łomn.	×1·2	Lewordа.
Fig. 9—10.	„	bicarinata Eichw.	×1·2	Dryszczów.
Fig. 11.	„	„ „	×1·2	Hołubica.
Fig. 12.	„	„ „	×1·2	Dryszczów.
Fig. 13.	„	holubicensis Friedb.	×1·4	Hołubica.
Fig. 14.	„	pulchra Friedb.	×1·4	Dryszczów.
Fig. 15.	„	tricincta Bors	×1·3	Korytnica.
Fig. 16.	„	bicarinata Eichw. var. scalaria Dub.	×1·2	Szuszkowce.
Fig. 17—18.	„	Bieniaszi Friedb.	×1·2	Dryszczów.
Fig. 19—20.	„	„ „ var. carinata Friedb.	×1·2	Dryszczów.
Fig. 21—22.	„	„ „ var. percincta Friodb.	×1·2	Dryszczów.
Fig. 23—24.	„	multicostata Friedb.	×1·4	Błonie.
Fig. 25.	„	subangulata Brocc. var. polonica Friedb.	×1·8	Proniatyn.
Fig. 26.	„	„ „ „ „ „	×1·2	Pustomyty.

---

15. *Opisy kilku rdzy Jawy. — Über einige javanische Uredineae.* Mémoire de M. ***M. RACIBORSKI*** m. c.

Jola javensis Pat.

N. Patouillard, Enum. des champ. récoltés par M. Massart, Ann. du jardin bot. de Buitenzorg. Suppl. 1. S. 119, Tab. XXV. Fig. 7—15.

Die Hyphen entwickeln sich zu einem Strang in dem Zentrum der jungen Kapsel der Moose, außerdem dringen sie unter die Haube und treten durch die Mündung des alten *Archegonium*-Halses nach außen, hier eine weiße, runde oder kurz ovale, 1—1·5 mm breite, schleimige Kugel bildend. Wo *Jola* reichlicher entwickelt ist, sind massenhaft die jungen Fruchtstiele der Moose mit solchen glänzenden, weißen Tröpfchen an der Spitze versehen. Diese Kugeln bestehen aus radiär verlaufenden, in der Schleimmasse eingebetteten, farblosen, verzweigten Hyphen, deren apikale Zellen zu lang ovalen, dünnwandigen, 20—25 μ langen, 5—7 μ breiten Teleutosporen werden. Die Teleutosporen keimen, ohne abzufallen, apikal, mit einer zylindrischen, leicht gekrümmten oder geraden, bis 70 μ langen, 5—6 μ dicken, an der Basis verschmälerten Basidie; diese

teilt sich quer oder etwas schief in vier Zellen, von denen jede auf einem Sterigma eine farblose, etwas gekrümmte zylindrische, 15—20 μ lange, 3—4 μ dicke Basidiospore trägt.

In der Teleutospore findet eine Verschmelzung zweier ursprünglichen kleinen Zellkerne zu einem runden, großen Zellkerne statt, welcher nachträglich in die Basidie übergeht und sich da zweimal teilt.

Jola findet sich auf verschiedenen Moosen auf dem Salak und dem Gedeh, so z. B. auf dem Wege mit numerierten Bäumen bei Tijbodas, besonders häufig an den Baumstämmen bei Kandak badak.

Uromyces Thelymitrae Rac.

Die Haustorien sind sehr dünn und lang gestielt, an der Stitze blasig angeschwollen, mit langen Emporwölbungen und bis 20 μ breit. Die Unterseite der Blätter ist dicht mit braunen, ovalen oder länglich ovalen, bis 0·8 mm breiten, 1—2·5 mm langen Teleutosporensori übersät, welche unter der Epidermislage gebildet werden und diese Decke nachträglich abwerfen. Die Paraphysen fehlen. Die Teleutosporen sind gestielt, oval, braun, dickwandig, nicht eben, sondern mit flachen unregelmäßigen Verdickungen der Membran versehen, 22—26 μ breit, 33—36 μ lang, an der Spitze fast immer stärker, fast papillenförmig verdickt, wobei in der braunen Verdickungsmembran ein apikaler, breiter, mit farbloser Membran erfüllter Hoftüpfel vorhanden ist. Die Teleutosporenstiele 5—7 μ dick, 40—85 μ lang.

Auf den Blättern der *Thelymitra javanica* (Orchideae) auf der Spitze von Gedeh und Pangerango. *Aecidium Thelymitrae* Rac. gehört als Äcidialform hieher. Von Neu-Seeland ist an einer Thelymitra(?) *Uromyces citriformis* Bab. gefunden worden, eine Art, welche vielleicht doch von der javanischen verschieden ist, da in der kurzen Diagnose in Saccardo, Sylloge IX, 295 fast kein Wort auf unsere Art paßt.

Uromyces discoideus Rac.

Die Hyphen leben interzellular und senden die Haustorien besonders in die Pallissadenzellen. Die Sori bilden sich zwischen der Epidermislage und der Pallisadenschicht, werden längere Zeit von der Epidermis bedeckt, und erscheinen unter der Lupe als braune,

runde, diskusartige, zerstreute, kompakte Häufchen auf der Blättchenoberseite. Pseudoperidie fehlt. In dem Sorus stehen nebeneinander unregelmäßig vermengt gestielte Uredosporen und gestielte Teleutosporen. Die Stiele beider Sporenarten sind farblos, 15—30 μ lang, 3—3·5 μ dick. Die Uredosporen sind länglich oval, an der Spitze abgerundet, an der Basis abgestutzt, dünnwandig, blaßgelblich, dicht mit spitzen Wärzchen bedeckt, mit 2—4 kleinen Poren in der Äquatorialebene, 23—28 μ lang, 9—11·5 μ breit. Die Teleutosporen sind ebenfalls gestielt, kuglig oder häufiger an der Basis verflacht, dickwandig, glatt, braungelb, nach wenigen Stunden (in reinem Wasser) mit einer geraden Basidie keimend, 12·5—16 μ breit und lang.

Auf der Oberseite der Blätter der *Acacia* sp. (eine sehr stachlige Art mit fein doppelt gefiederten Blättern) in Buitenzorg.

Uromyces Payenae Rac.

Auf Blättern bilden sich unregelmäßig zerstreute, runde zinnoberrote, 1—2 mm breite Flecke, auf deren Unterseite je ein, seltener je zwei oder drei runde, 0·3 mm breite Sori die Epidermis durchbrechen und als kleine gewölbte Häufchen erscheinen. Das Mycelium ist sehr reichlich entwickelt, doch in der Verbreitung sehr beschränkt. Haustorien klein, keulenförmig. Paraphysen oder eine Pseudoperidie fehlt. Die Uredosporen sitzen an langen, zylindrischen, farblosen, dünnwandigen, 80—90 μ langen, 7—9 μ breiten Stielen, sind ungefähr so lang wie breit, verkehrt kegelförmig, mit mit einem flachen, breiten Scheitel, geraden Seiten, spitzer Basis, 34—44 μ breit, 37—46 μ lang, mit einer braunen, dicken, inneren und einer farblosen äußeren Membran, welche mit kurzen, voneinander weit entfernten Stachelchen regelmäßig bedeckt, und an den oberen Ecken verdickt ist. Unmittelbar an der schmalen Anheftungsstelle der Uredospore liegen 3—4 runde Keimporen. Die Teleutosporen sitzen auf farblosen, dünnwandigen, 70—95 μ langen, 5—10 μ breiten Stielen, sind lang ellipsoidisch, blaßgelb, dünnwandig, glatt, an beiden Enden abgerundet, 46—54 μ lang, 21—25 μ breit, nicht abfallend, sondern in dem Sorus keimend. Die Basidie entsteht apikal durch Zerreißen der äußeren Membran, ist zylindrisch, 70—160 μ lang, an der Spitze durch quere Teilungen vierzellig. Die Sterigmen 26—32 μ lang, an der breiten Basis 5—7 μ dick. Die Basidiosporen kuglig, 14—19 μ breit, gleich mit einer 4 μ dicken Keimhyphe keimend.

Auf den Blättern der *Sapotaceae Payena Suringariana* Brck. in Depok bei Buitenzorg und *Payena Junghuniana* Miq. in Tjampea.

Uromycladium Tepperianum (Sacc.) Mc. Alpine.

Auf Blättern, Blattstielen, Blüten und Stämmen bilden sich große parenchymatische, gelbbraune, vom Periderm bedeckte, von zahlreichen Gefäßbündeln überzogene Gallen mit sehr zahlreichen Steinzellen. Diese Gallen erreichen an dickeren Ästen, wo ihr Wachstum jahrelang fortdauert, eine Dicke bis 15 cm und eine Länge bis 30 cm, auf Blättern und Blüten sind sie dagegen klein. Zwischen den Parenchymzellen wuchern die farblosen Hyphen und senden in dieselben die blasig erweiterten, manchmal gefingerten Haustorien. An noch jungen Gallen bilden sich die Spermogonien subperidermal, sind konisch zugespitzt, mit flachem oder flachkonkavem Boden, auf welchem eine dichte Schicht zylindrischer bis 20 μ langer Stielzellen entwickelt ist. Die Teleutosporensori sind rundlich oder unregelmäßig rundlich, 0·2—2 mm breit, dicht auf der ganzen Oberfläche der Galle zerstreut, jedoch unterhalb des Periderms gebildet und nach der Reife längere Zeit mit emporgehobenen Peridermlappen umzäumt. Paraphysen fehlen. Am Boden der Teleutosporensori steht eine dichte Schicht von zylindrischen Zellen, von welchen jede an der Spitze zwei Querwände besitzt. Die oberste dieser Zellen wird zu einer Teleutospore, die untere wächst subapikal nach außen und schneidet den Gipfelteil wieder als Teleutospore, die tiefer liegende Zelle des Trägers wächst ebenso subapikal neben der Querwand nach außen und gliedert eine neue Teleutospore ab. Auf einem Stiel sitzen also immer die Teleutosporen nebeneinander, zwei in gleicher Höhe und eine etwas (bis 10 μ) tiefer. Der gemeinsame Stiel der drei Teleutosporen ist 5—6 μ dick, 40—50 μ lang, die apikale, sterile Zelle des Stiels (zwischen den zwei apikalen Teleutosporen und der dritten, tiefer stehenden) bis 10 μ lang. Die Teleutosporen sind einzellig, braun, jede für sich auf einem gemeinsamen Stiel sitzend, mit fast flacher Basis, abgerundetem, unterem Rand und halbkugligem Vorderrand, mit einem runden apikalen Porus, von welchem radiäre, dicht gelagerte Membranleisten basipetal verlaufen. Die Teleutosporen sind 16—20 μ hoch, 22—25 μ breit.

Auf *Albizia montana,* in der alpinen Zone der Vulkane Java's überall vorhanden. Es ist die einzige javanische Uredinea, welche

auf die Physiognomie der Landschaft von Einfluß werden kann. An der oberen Waldgrenze, wo *Albizia moluccana* in vereinzelt stehenden Bäumchen häufig ist, findet man an denselben die braunen Knollen, manchmal dicht gedrängt, auch aus größerer Entfernung zwischen dem lichten Blattwerk sichtbar. So auf dem Gedeh Tankbanprau, Slamat, Merapi, Tenger und Lamongan.

In Wasser ausgesäte frische Teleutosporen keimen nicht.

D. Mc. Alpine, A new genus of Uredineae — Uromycladium (Annales mycologici 1905, Nr. 4) lieferte eine Beschreibung dieser Art aus Tasmanien und Australien und zählt sie der neuen Gattung Uromycladium zu; unsere Beschreibung ist nach lebendem Material gegeben.

Gerwasia, nov. Uredinearum genus.

Mycel interzellular mit Haustorien, in den Lufthöhlen unter den Spaltöffnungen kleine Knäuel bildend, aus welchen eine (selten zwei) starke, an der Spitze kopfförmig angeschwollene Stammzelle emporwächst, die durch die Luftspalte nach außen kommt und auf der Oberfläche der kopfartigen Spitze einem Aspergillus ähnlich, mehrere dicke Sterigmen von Teleutosporen bildet. An der Spitze jeder Sterigme wird je eine kuglige, einzellige Teleutospore gebildet, welche gleich auf der Nährpflanze, ohne abzufallen, mit einer vierzelligen Basidie keimt und die vier Basidiosporen bildet.

Eine mit *Uromyces* und *Uromycladium* verwandte Gattung, welche anderseits trotz der kugligen Teleutosporen in der Art der Soribildung an die *Hemileia* und *Hemileiopsis* erinnert und so eine willkommene Zwischenstufe zwischen *Uromyces* und *Hemileiopsis* bildet.

Ich glaube, einige Bemerkungen über das Verhältnis der *Gerwasia* zu *Uromycladium* beifügen zu müssen, da die beiden Genera manchem vielleicht als identisch erscheinen könnten. Unter dem Gattungsnamen *Uromycladium* hat D. Mc. Alpine sieben in Australien auf Acaciaarten parasitisch lebende Uredineen zusammengefaßt, von welchen mir *Uromycladium Tepperianum* lebend bekannt ist. Entwicklungsgeschichtlich differieren *Gerwasia* und *U. Tepperianum* in gewisser Hinsicht in derselber Weise, wie *Aspergillus* und *Penicillium*. Bei *Uromycladium Tepp.* wird der Spitzenteil des Teleutosporenträgers durch zwei Querwände in drei Zellen geteilt, deren unterste von dem tiefer liegenden Mycelium nicht abgeglie-

dert wird. Diese Zellen bilden also einen zylindrischen, septierten Faden. Die Spitzenzelle verwandelt sich ganz in eine Teleutospore. unterhalb der Querwand wächst die zweite Zelle seitlich aus, die zweite Teleutospore abgliedernd, endlich wächst auf dieselbe Weise die dritte, tiefer liegende Zelle seitlich aus, die dritte tiefer sitzende Teleutospore seitlich abgliedernd. Wüchsen die beiden unteren Zellen nicht durch das Bewegungswachstum seitlich aus, so müßte eine dreizellige, sonst *Puccinia* ähnliche Teleutospore entstehen. Ganz ähnlich erscheint die Teleutosporenbildung bei *Uromycladium maritimum*, Tab. VI, Fig. 7 der Abhandlung von Mc. Alpine (Ann. mycol. III), sowie bei *U. notabile.* Dagegen zeigt gewöhnlich *Ur. maritimum* (VI Fig. 8, 9), sowie *U. alpinum* ein etwas fremdartiges Aussehen, da zwar die unterste (dritte) Zelle seitlich blasig auswächst, jedoch zu einer sterilen Blase wird. Bei *U. simplex* und *U. Robinsoni* wächst sogar die zweite Zelle zu einer sterilen Blase aus. Welche Bedeutung diese Blase hat, wissen wir nicht, vielleicht dient sie der Verbreitung der Teleutosporen, vielleicht der Lockerung der reifen Teleutosporensori. Warum die Blase steril bleibt, wissen wir ebensowenig, vielleicht treten keine Zellkerne in dieselbe ein, oder es unterbleibt die Konjugation derselben. Alle diese Fragen harren noch der Antwort, jedenfalls finden sich in dem Bereiche des *Uromycladium* Mc. Alpine zwei Gruppen von Arten, die vielleicht eine generische Trennung derselben rechtfertigen könnten.

Von beiden ist *Gerwasia* entwicklungsgeschichtlich verschieden. Der Teleutosporenträger ist hier ebenso wie bei dem *Aspergillus* der Konidienträger blasig erweitert und mit Sterigmen bedeckt. Die blasige Erweiterung, welche bei mehreren Arten von *Uromycladium* vorhanden ist, jedoch zuletzt entsteht und steril bleibt, ist bei *Gerwasia* primär, und ihr Plasma tritt durch die Sterigmen in die Teleutosporen.

Gerwasia Rubi Rac.

Auf der Unterseite der Blättter zerstreut stehende, orangegelbe rundliche oder unregelmäßige, 0·2—1 mm breite Flecke bildend, an denen rundliche, winzig kleine, wenigsporige Teleutosporenhäufchen einzeln oberhalb der Spaltöffnung liegen. Haustorien sehr klein, kuglig. Die durch die Spaltenöffnung hindurchwachsende Stammzelle 20—24 μ lang, zylindrisch, 4—6 μ breit, am Ende kuglig

erweitert und 8—12 μ breit. Aus dieser kugligen Blase, oberhalb der Spaltöffnung entspringen mehrere (4—15) nach oben gerichtete, kurze, an der Basis angeschwollene, 18—23 μ lange, 6—9 μ breite, zylindrische Sterigmen der Teleutosporen, an deren Spitze je eine nicht abfallende, genau kuglige, glatte, orangegelbe, 20—24 μ breite, dünnwandige Teleutospore gebildet wird. Seltener trägt eine primäre Sterigme keine Teleutospore an der Spitze, sondern (einer Stammzelle ähnlich) wiederum einige (2—4) Teleutosporen tragende Sterigmen. Die Teleutosporen keimen gleich nach ihrer Bildung apikal, mit einer geraden, 8—10 μ breiten Basidie von verschiedener Länge, mit vier 20—32 μ langen Zellen an der Spitze, deren jede auf einer seitlichen Sterigme eine eiförmige, an der Basis spitze, am Scheitel breit abgerundete, 9—10 μ breite, 14—16 μ lange Basidiospore trägt.

Auf den Blättern des *Rubus* sp., in dem Berggarten in Tjibodas auf dem Gedeh.

Puccinia Toddaleae Rac.

Auf den Blättern bilden sich orangegelbe, runde, hypertrophierte, 4—8 mm breite Flecke, welche oberseits flach, unterseits flach konvex sind. In diesen Flecken wuchert das Mycelium interzellular und entsendet in die Mesophyllzellen kurze, kuglige oder keulenförmige Haustorien. Auf der Oberseite der Flecke werden subkutikular die konischen, bis 200 μ breiten Spermogonien, dagegen mitten in dem hypertrophierten Mesophyll die kugligen oder flach ellipsoidischen Teleutosporensori gebildet, welche nachträglich auf der Unterseite sich öffnen. Die Höhe des Teleutosporensorus ist mit einer dünnen, farblosen pseudoparenchymatisch aufgebauten Mycelhülle ausgekleidet. Die Paraphysen fehlen. Die Sori sind bis 400 μ breit, die Teleutosporen zweizellig, dünnwandig, mit blaßgelber Membran, glatt, in der Mitte tief eingeschnürt, oval, an beiden Enden eingeschnürt mit einem apikalen Porus der oberen Zelle, 26—30 μ breit, 42—48 μ lang, mit einem bis 50 μ langen, bis 13 μ breiten, farblosen, dünnwandigen Stiel. Die einzelnen Teilzellen lösen sich nicht voneinander. Die Teleutosporen keimen gleich mit einer zylindrischen, geraden, farblosen, vierzelligen Basidie, welche 12 bis 14 μ dick ist. Die Basidiosporen sind oval, beiderseits abgerundet, farblos, 10 μ breit, 17—21 μ lang.

Auf den Blättern der stachligen Riesenliane *Toddalea aculeata* auf dem Gedeh, unterhalb der warmen Quellen.

Trotz der gestielten, nicht zerfallenden Teleutosporen scheint diese Art der *Puccinia (Schizospora) Mitragynes* verwandt zu sein.

Puccinia Puspa Rac.

Auf den Blättern bilden sich braungrüne, rundliche, nicht hypertrophierte, 2—4 mm breite Flecke, auf deren Unterseite die Teleutosori, in 1 bis 3 konzentrischen Ringen, als bis 150 μ breite, runde. flache Polster unterhalb der Epidermislage angelegt werden. Paraphysen fehlen. Auf reich büschelig verzweigten gedrängten Hyphen bilden sich dicht nebeneinander stehende, fast farblose, glatte Teleutosporen. Die Stiele sind 12—14 μ dick, oben dickwandig, farblos, 36—55 μ lang. Die Teleutosporen sind zweizellig, äußerst unregelmäßig geformt, manchmal nur 16 μ breit, bis 80 μ lang, fast zylindrisch, in der Mitte nicht eingeschnürt, oder 25 μ dick, 35 μ lang, kurz oval, in der Mitte tief eingeschnürt. Am häufigsten sind die Formen, wo die untere Zelle bucklig an einer Seite angeschwollen ist, auch häufig sind solche, wo die Längsachsen der beiden Zellen schief gegeneinander gerichtet sind. An der Pflanze keimen die Teleutosporen nicht.

Vielleicht gehört hieher *Aecidium Puspa* Rac., wenigstens habe ich am Pangerango die Teleutosporen und Äcidialgallen auf einem und demselben Baum gefunden.

Auf *Acronodia punctata* auf dem Pangerango.

Sphaerophragmium Mucunae Rac.

Auf der Blattunterseite dicht gehäufte runde, kleine (150—240 μ breite), unterhalb der Epidermis angelegte, nachher offene Uredosori. Diese sind von einem kranzbogig nach innen gerichteten, zylindrischen, an der Spitze zugespitzten und da sehr dickwandigen, zwei- bis dreizelligen. 7—10 μ breiten, 45—65 μ langen Paraphysen umgeben. Die Uredosporen sind gestielt, ohne Stiel abfallend, unregelmäßig oval, gewöhnlich unsymmetrisch, 20—24 μ breit, 40—46 μ lang, dickwandig, an der Spitze manchmal (nicht immer) verdickt, mit feinen, häufig reihenweise angeordneten Stacheln bedeckt, braun und dickwandig, in der äquatorialen Fläche mit 4 Poren. Die Teleutosporensori sind von ähnlichen Paraphysen umgeben, oder die Teleutosporen stehen in den Uredolagern. Die Teleutosporen normal

vierzellig, ausnahmsweise drei bis fünf-zellig, alle Zellen in einer vertikalen Ebene liegend, so daß sie, von oben gesehen, nicht rundlich, sondern oval, braun und dickwandig aussehen. Die Oberfläche der Teleutosporen ist mit konischen, braunen Warzen oder mit abgestutzten Warzen bedeckt, die am Scheitel in 2—3 Stachelchen auslaufen, also glochidienähnlich, jedoch so lang wie breit sind. Die Teleutosporen sind 30—40 μ lang, 24—30 μ breit, 20—25 μ dick. Ihr Stiel ist dünnwandig, bis 4 μ dick, bis 25 μ lang.

Auf den Blättern der *Mucuna* sp. in Buitenzorg. Nächst verwandt mit den glochidiaten *Triphragmium*arten, jedoch sich von denselben durch die vierzelligen Teleutosporen unterscheidend.

Endophyllum Dichroae Rac.

Auf den Blättern orangegelbe, runde, 3—4 mm breite, oberseits flach vertiefte, unterseits hypertrophierte, konvexe, scharf begrenzte flache, auf deren Unterseite, in dem hypertrophierten Blattgewebe eingesenkt, die gelben Teleutosporenbecher stehen. Die Hyphen wuchern zwischen den Zellen der Nährpflanze, in welche lange, sehr reich büschelig verzweigte Haustorien ausgesandt werden. Die Teleutosporenbecher zylindrisch, sehr tief eingesenkt, bis 160 μ breit, bis 400 μ lang, von einer unscheinbaren Pseudoperidie umgeben, deren farblosen Zellen sehr flach, 6—8 μ dick sind. Die Teleutosporen sind eckig oval, glatt, orangegelb, dünnwandig, 18—20 μ breit, 28—38 μ lang, durch große viereckige Zwischenzellen voneinander getrennt. Die Zwischenzellen sind 7—9 μ lang und breit und bleiben bis zur Bildung der Basidien erhalten. Die einzelnen Teleutosporen lösen sich nämlich voneinander nicht ab, sondern bleiben alle miteinander zu einer kompakten Säule verklebt, welche über die Oberfläche des Bechers emporragt und an der Spitze Basidien bildet. Diese sind zylindrisch, gerade oder gekrümmt, 10—13 μ dick, von wechselnder Länge, vierzellig; die Sterigmen schmal konisch, 10—13 μ lang, die Basidiosporen kurz oval, glatt, dünnwandig.

Sehr gewöhnlich auf der Saxifragacea: *Dichroa cyanitis* Miq. auf dem Gedeh und Pangerango.

Von den übrigen *Endophyllum*arten unterscheidet sie sich durch die nicht zerstäubenden Teleutosporen. Während bei anderen *Endophyllum*arten die sterilen Zwischenzellen einer Teleutosporenreihe als Trennungszellen dem Verstäuben der Teleutosporen dienen und

dabei niedrig bleiben, sind solche bei *Endophyllum Dichroae* hoch und dienen zum Emporheben der einzelnen Teleutosporen über die nächst tiefere.

Skierka Agallocha Rac.

An rötlichen, runden, 1—3 mm breiten Flecken brechen an der Unterseite der Blätter durch die Spaltöffnungen weiße, fädige Teleutosporensäulen hervor. Das Mycelium ist in den Interzellularräumen sehr reichlich entwickelt und bildet an zahlreichen Blattstellen zwischen der Epidermislage und dem Schwammparenchym kompakte Lagen, welche hie und da die Epidermis emporwölben und ein Hymenium bilden. Die hymeniale Schicht bildet apikale Teleutosporen, deren Bildung längere Zeit andauert, indem immer neue Hyphenspitze je eine Teleutospore abgliedern. Durch Druck werden die Teleutosporen, welche miteinander verklebt sind, durch die jetzt etwas erweiterten und von gebräunten Zellen umgebene Spaltöffnung in der Form von äußerst dünnen, spinnengewebeähnlichen, 50—80 μ dicken, 1—8 mm langen, gewundenen, mit den benachbarten häufig verwebten, schneeweißen Säule herausgepreßt, welche aus miteinander verklebten, lanzettlichen, farblosen Teleutosporen besteht. Die Teleutosporen sind einzellig, 8—12 μ dick, 60—100 μ lang, glatt, dünnwandig, mit einer stumpfen, 18—25 μ langen Membranspitze. An der Basis der Teleutospore hängen gewöhnlich die kurzen Reste der undeutlichen Stielzelle. Die Teleutosporensori stehen bald einzeln über die Blattunterseite dicht, jedoch unregelmäßig zerstreut, bald in Ringen angeordnet.

Auf den Blättern des Mangrovestrauches *Excoecaria Agallocha* (Euphorbiaceae) sehr häufig am Strande bei Batavia.

Die Teleutosporen keimen auf der Säule mit Basidien, auf welchen auf kurzen Sterigmen kuglig birnförmige, 8—10 μ breite Basidiosporen gebildet werden.

Hamaspora gedeana Rac.

Auf den Blättern bilden sich orangegelbe, rundliche oder gelappte Flecke von 0·5 cm Breite, auf deren Unterseite rundliche, bis 250 μ breite Teleutosori stehen. Diese sind von farblosen, zylindrischen, an der Spitze abgerundeten, dichtstehenden Paraphysen umgeben, welche bis 80 μ lang und an der ein wenig angeschwollenen Spitze 6—8 μ breit sind. Die Teleutosporen sind zy-

lindrisch spindelförmig, 4—7-zellig, bis 0·4 mm lang, bis 7 μ an der Spitze breit. Die Teleutosporen sind orangegelb, miteinander nicht verklebt, ein Häufchen, jedoch keine Säule bildend. 16—22 μ breit, 110—140 μ lang, ihre mittleren Zellen gewöhnlich so lang wie breit, ihre Membran farblos, glatt, die oberste Zelle spitz, in ein kurzes membranöses Stachelchen (von 20 μ Länge) ausgezogen. Die Basidien sind gerade, zylindrisch, vierzellig, ihre Zellen lösen sich leicht voneinander ab und sind 10—11 μ breit; die Basidiosporen oval, bis 16 μ lang, 9—10 breit.

Auf den Blättern des *Rubus alpestris* auf dem Gedeh.

Von *H. longissima*, einer auf dem Gedeh, besonders aber in der unteren noch bebauten Strecke, zwischen Tjipanas, Singanglaja und Tjibodas sehr häufig vorkommenden Art durch die nicht zu einer langen Säule verwachsenen Teleutosporen, so wie durch die in nur kurzen Stachelchen ausgezogenen Teleutosporen verschieden.

Aecidium Elaeocarpi Rac.

Spermogonien subkutikular an der Blattoberseite, konisch 80—130 μ hoch und breit. Die Äcidien brechen an Blättern, oder häufiger, und dann stärker entwickelt, an jungen Zweigen in der Rinde, wo sich mächtige, 2—10 mm dicke und 2—4 cm lange Gallen bilden. Die Äcidienbecher zylindrisch, schmal und tief, bis 350 μ breit, 700—900 μ lang, an der Basis konisch verschmälert. Die Peridie an der Oberfläche nicht vorragend, aus flachen, tafelförmigen, farblosen Zellen gebildet. Die Zwischenzellen der Äcidiosporen besonders hoch und kubisch, nicht wie bei den meisten Uredineen schief, vor dem Verschwinden bis 12 μ hoch und breit. Die Äcidiosporen länglich, braungelb, feinwarzig, an den Enden entweder konisch, oder abgestutzt und unregelmäßig und da mit farblosen membranartigen Verdickungen (Reste der Zwischenzellen) versehen, 44—60 μ lang, 18—24 μ breit, in sehr regelmäßigen Etagen gebildet und manchmal mit den benachbarten (ähnlich wie die Teleutosporen der Gattung *Alveolaria*) verklebt.

Auf Blättern und Zweigen des *Elaeocarpus longifolius* Bl. in Depok bei Buitenzorg. Nahe verwandt, vielleicht sogar identisch ist dieses *Aecidium* mit der *Puccinia Puspa* Rac., welche auf *Acronodia punctata*, also einer verwandten Pflanze auf dem Gedeh wächst. Doch habe ich bei letztgenannter Pflanze wie Stengelgallen gesehen, wie solche bei *Elaeocarpus latifolius* auftreten.

Aecidium Paramignyae Rac.

Auf den Blättern bilden sich 2—5 cm breite, runde, oberseits blaßgrüne, unterseits gelbliche und ein wenig gewölbte Flecken. Das Mycelium lebt interzellular und entsendet in die Zellen knäuelartig verzweigte Haustorien. Auf der Unterseite stehen nebeneinander die Spermogonien und Äcidienbecher. Die Spermogonien sind kuglig, tief in dem Gewebe eingesenkt, bis 200 μ breit und bis 240 μ hoch, mit einer Schicht von langen Spermatienträgern an der ganzen Innenseite, und einer flach konvexen, breiten Mündung. Die Äcidienbecher sind zylindrisch, wenig länger als breit, bis 0·3 mm breit, bis 380 μ hoch, orangegelb, mit einer Peridie, welche nach dem Öffnen am Rande niedrige Lappen bildet. Die Zellen der Peridie sind flach, an der einen Seite mit Warzen und kurzen Leisten bedeckt, dickwandig bis 20 μ breit, 24—36 μ lang. Die Äcidiosporen sind kuglig, dünnwandig, sehr fein punktiert, 18—24 μ lang und breit.

Auf Blättern der *Paramignya Blumei* Harsk. in Tjampea bei Buitenzorg.

Aecidium Mori Barkley.

Auf beiden Blattseiten, Blattstielen und jungen Stengeln bilden sich orangegelbe, rundliche oder längliche, hypertrophierte, orangegelbe Flecke, welche häufig Verkrümmungen der infizierten Organe verursachen. Äcidienbecher ganz in das Gewebe eingesenkt, kuglig, bis 200 μ breit, dicht nebeneinander liegend. Haustorien länglich oval, gewöhnlich gekrümmt, unverzweigt. Peridialhülle schwer sichtbar, jedoch vorhanden, zerfällt bei der Reife und nach dem Öffnen in einzelne polygonale punktierte Zellen, welche 16—22 μ lang sind. Die Äcidiosporen kuglig, dünnwandig, orangegelb, sehr fein punktiert, 10—12 μ breit.

Auf Blättern und Zweigspitzen der *Morus indica* L. in Tjibodas, der Nährpflanze durch zu frühen Blattverlust sehr schädlich.

Offenbar mit *Caeoma Mori* Barkley, einem Parasiten der *Morus alba* aus Simla in Englisch Indien identisch. Die korrekte Beschreibung bei H. et V. Sydow et E. I. Butler, Fungi Indiae orientalis (Ann. myc. 1907. S. 507) stimmt mit der unsrigen gut überein.

Caeoma Anthurii Har. var. Alocasiae Rac.

Auf den Blättern bilden sich zunächst blaßgelbe, runde bis 5 mm breite Flecke, an deren Unterseite dicht gedrängt, jedoch unregelmäßig die winzig kleinen, 100—160 μ breiten und runden Caeomasori stehen. Später treten auf denselben Blättern über die ganze Blattunterseite unregelmäßig zerstreute, vereinzelt stehende Caeomasori auf, welche vielleicht der nachträglichen Infektion durch die zuerst gebildeten Sporen ihren Ursprung verdanken. Die Caeomasori sind unterhalb der Blattepidermis angelegt, die Epidermis oberhalb derselben wird gewölbt und zerreißt mit einer nur sehr kleinen runden oder länglichen Öffnung in der Mitte. Die Pseudoperidie wird aus unregelmäßigen, dünnwandigen und glatten Zellen gebildet. Die Sporen bilden sich nur in geringer Anzahl, sind in einer Reihe angeordnet, durch die vergänglichen Zwischenzellen getrennt, blaßgelb, dünnwandig, einförmig rund, mit kleinen Wärzchen bedeckt, 24—26 μ lang, 20—22 μ breit.

Auf Blättern der *Alocasia metallica* bei Buitenzorg, besonders in der Zone der Kaffeegärten.

Caeoma Anthurii Har., eine in Frankreich in den Glashäusern auf *Anthurium* beobachtete Art, hat größere Sporen mit stärkeren Stacheln.

Uredo moricola Henn.

Die Uredosori stehen auf der Blattunterseite, auf polygonalen, braunen, 0·5—1 mm breiten und langen zerstreuten Flecken, dicht gedrängt. Sie sind rundlich, sehr klein, 40—150 μ breit, ohne Paraphysen, unter der Epidermislage angelegt und sehr lange bedeckt. Die Uredosporen sind sehr kurz gestielt, leicht abfallend, eiförmig, orangegelb, dicht mit stachligen Wärzchen bedeckt, bis 20 μ lang, bis 14 μ breit.

In Blättern der *Morus Tokwe* in Buitenzorg, frühzeitiges Abfallen der Blätter verursachend.

Uredo Chonemorphae Rac.

Sehr häufig auf *Apocynea Ichnocarpus bantamensis.* Die Paraphysen bilden hier keinen Kranz um die Uredosori, sondern treten vereinzelt zwischen die gestielten Uredosporen. — Buitenzorg.

Uredo Vitexi Rac.

Auf der Unterseite der Blätter rundliche, gewöhnlich 60—150 μ, seltener bis 300 μ breite, gelbe Sori, welche unter der Epidermis angelegt werden, nachher flach gewölbt sind, ohne Paraphysen oder Pseudoperidie. Die Uredosporen auf kurzen Stielen, eiförmig, dünnwandig, feinstachelig, an der Spitze abgerundet, orangegelb, 14—18 μ breit, 19—25 μ lang.

Auf der Unterseite der Blätter von *Vitex leucoxylon* bei Djasinga westlich von Buitenzorg, gewöhnlich durch das Verticillium uredinearum angetastet.

Uredo pedicellata Rac.

Mycelium interzellular, dick, farblos, mit kugligen Haustorien. Uredosori auf der Unterseite der Blätter und Bracteen, seltener auf der Oberseite entwickelt. Uredosori entweder sehr klein rundlich, 60 μ breit, gelbbraun, unterhalb der Luftspalten entwickelt und diese spaltend, oder subepidermal, die Epidermis abhebend, bis 0·8 mm breit und rundlich. Uredosporen an 35—48 μ langen Stielen, kuglig oder seltener sehr kurz eiförmig, 21—24 μ breit und lang, gelbbraunwandig, fein stachlig, mit 2—3 in der äquatorialen Ebene liegenden runden Poren.

Sehr häufig auf *Commelina* sp. variae in Buitenzorg.

Uredo oriental. Rac.

Mycelium interzellular, in die Zellen des Mesophylls, seltener in die Epidermiszellen kuglige, ovale oder unregelmäßig eckige, dickwandige, braunwandige, 17—24 μ lange, 13—19 μ breite Haustorien entsendend, welche auf einem Querschnitt, bei schwacher Vergrößerung den Sporen ähnlich sind. Die Uredolager bilden sich subepidermal, an beiden Blattseiten, besonders reichlich längs des Mittelnervs, bald dicht gedrängt, 45—200 μ breit, lange von der Epidermis bedeckt, nachträglich durch einen Riß geöffnet, flach gewölbt, an jungen Blättern Verkrümmungen der Blattfieder und dann Absterben der infizierten Stellen verursachend. Paraphysen oder Pseudoperidie fehlen. Die Uredosporen sind kurz gestielt, abfallend, kuglig oder eckig oval, dickwandig, glatt, ohne Poren, mit orangegelbem Inhalt, 17—22 μ breit, 22—28 μ lang, an der Spitze flach oder flach abgerundet.

In den Blättern des *Blechnum orientale* am G. Gagak westlich von Salak bei Buitenzorg. Durch die sonderbaren Haustorien, wie mir solche sonst unbekannt sind, auffallend. Da mir die Keimung der Sporen unbekannt ist, so habe ich auch ihre Uredonatur nicht sicher feststellen können.

---

16. *Pangium z mioceńskich warstw Jawy. — Über eine fossile Pangiumart aus dem Miozän Java's.* Note de M. ***M. RACIBORSKI*** m. c.

Fr. Junghuhn hat in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts auf Java, am Nordabhang der Bengbrengwand eine reiche miozäne Flora entdeckt und gesammelt, die nachträglich von



Fig. 1. Photographie der Außenfläche des Samens von *Pangium Treubii*.

H. R. Göppert beschrieben und abgebildet wurde (Junghuhn, Java. 1857. Vol. III. 79—82; Goeppert, die Tertiärflora auf der Insel Java 1854).

Im Jahre 1900 habe ich die Lokalität der fossilen Pflanzen,

welche weit von den gewöhnlichen Verkehrsstraßen im Süden der Preanger Regentschaften, in der Nähe der indischen Küste liegt, zu Pferde über Sukanegara besucht. Die betreffende Stelle, am Wasserfall des Tjuruk Tjigembong östlich vom Dorf Tanggeung gelegen, ist von Junghuhn sehr genau bezeichnet. Ich konnte sogar in einem Nachbardorf einen gewissen Sundanesen, der seinerzeit Junghuhns Diener war, finden und konnte an einem Tage eine reiche Ausbeute fossiler Pflanzenabdrücke sammeln, die jetzt in dem botanischen Museum in Buitenzorg aufbewahrt sind. Die an fossilen Pflanzen reichste Stelle ist der Ostabhang der Kluft, in

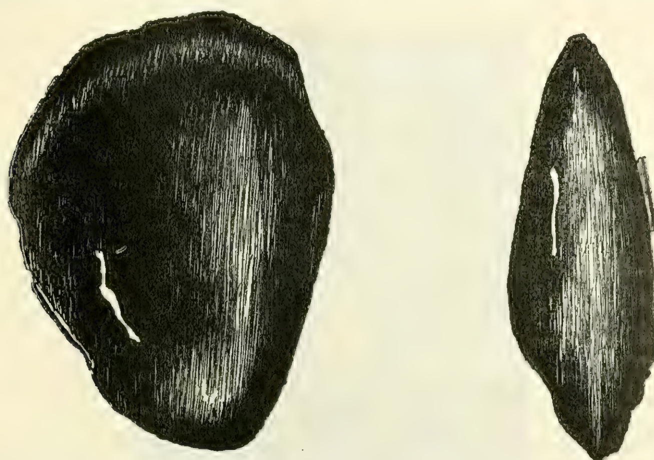


Fig. 2 und 3. Vorder- und Seitenansicht des Steinkernes von *Pangium Treubii.*

welcher das Wasser des Gembongbaches stürzt, und liegt, vom Niveau des Bassins unter dem Wasserfall gerechnet, einige Meter höher.

In den dunkelgrauen, fast bläulichen Schichten habe ich ebenso, wie Junghuhn nur Blattabdrücke gefunden. Über diesen Schichten findet sich dagegen eine Einlagerung weißgelblicher, schneidbarer Tuffmasse mit überlagerten Sandsteinbänken und diese verdient eine nähere Untersuchung, da darin ungeschichtet, wirr durcheinander Bruchstücke von marinen Bivalven und Echinodermen, hellbraune Bruchstücke von Blättern und Stengeln, sogar vereinzelte Früchte und Samen liegen. Wir haben in derselben eine fossile, miozäne Driftzone vor uns, wie solche sich überall an der Küste, einige Centimeter oberhalb des Fluthorizontes findet.

Die Bestimmung miozäner Blattabdrücke ist wohl eine der undankbarsten Aufgaben. So z. B. gehören die Bruchstücke, welche Goeppert a. a. O. als *Musophyllum truncatum* bezeichnet hat, und diejenigen, die ich gesammelt habe, einer Farnart *Nervatio Taeniopteridis*, welche den jetzt auf Java wachsenden *Acrostichum-*, *Asplenium-* oder *Stenochlaena*arten ganz ähnlich sind. Wegen der Bestimmung zahlreicher Blattabdrücke habe ich die kenntnisreichen javanischen Floristen Arsin, Jaheri, Paidan befragt und ihre Bestimmungen selbst nachträglich geprüft. Dabei hat sich herausgestellt, daß unter den vorliegenden Abdrücken viele *Quercus*, *Lau-*

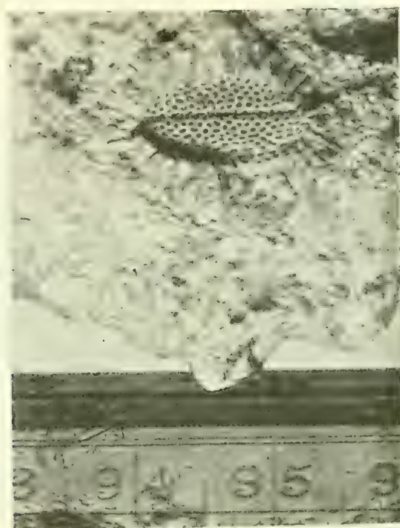


Fig. 4. Photographie des *Monocerocarpus miocaenicus*.

raceen, *Dipterocarpus* und *Hopea*, *Michelia* (*M. velutina* ganz ähnlich), *Artocarpus* (*A. integrifolia* ganz ähnlich), weiter *Columbia javanica*, *Gnetum funiculare*, *Calamus* und *Wallichia* ähnliche Blattgestalten vorhanden waren. Doch haben alle diese Bestimmungen bei dem Mangel an Blüten oder Früchten nur wenig Wert.

Anders verhält es sich mit den fossilen Driftsamen. In der erwähnten fossilen Driftzone habe ich leider nur zwei Samen gefunden, da weiteres Sammeln durch die lästigen Lantanasträuche sehr erschwert war.

Der eine von ihnen ist dem rezenten *Pangium edule* ganz ähn-

lich, ich nenne die tertiäre Art *Pangium Treubii.* Von diesem sind einerseits die Abdrücke der äußeren Samentesta mit dem charakteristischen Verlauf der Gefäßbündel, andererseits der glatte Steinkern erhalten. Den Abdruck der Außenfläche gibt die Photographie Fig. 1 wieder, die Vorder- und die Seitenansicht des Steinkernes Fig. 2 und 3. Die Ähnlichkeit mit den Samen der rezenten Art ist frappant, und es scheinen mir alle Zweifel an der systematischen Zugehörigkeit der fossilen Art ausgeschlossen. *Pangium edule* gehört heute zu häufigen Funden unter den Driftsamen des östlichen, tropischen Asiens, A. F. W. Schimper (Die indo-malayische Strand-

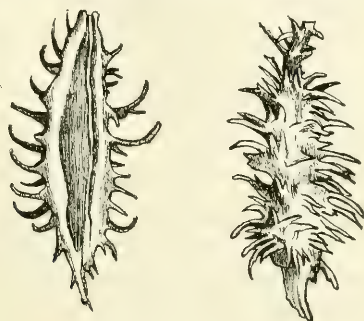


Fig. 5. Die Steinfrucht des rezenten *Monoceras lanceolatus.*

flora, S. 107, Taf. VII. Fig. 24) zitiert die Art aus der Drift Java und Keeling Inseln. Auf Java habe ich selbst die Samen derselben in der Drift von Tjitatjap und Pulu Merak gesammelt.

Die andere gefundene Driftfrucht konnte ich dagegen nicht sicher bestimmen. Es ist der Abdruck einer Steinfrucht, deren wahrscheinlich fleischiges Perikarp verfault ist. Auf dieser flachgedrückten Frucht, die aus zwei Fruchtblättern gebaut war, sind sehr zahlreiche stachlige Auswüchse vorhanden, wie ganz ähnliche bei dem rezenten *Monoceras lanceolatus* vorhanden sind. Ohne der Zugehörrigkeit der Frucht genau sicher zu sein, bezeichne ich sie als *Monocerocarpus miocenicus.* Auf der Fig. 4 ist die fossile Art, auf de- Fig. 5 ist zum Vergleich ein Steinkern des *Monoceras lanceolatus* abgebildet.

Pangium wird jetzt in die Familie der Flacourtiaceen eingereiht. eine Familie, welche ebenso Warburg, wie Hallier junior (Über Juliania) als eine sehr alte Familie bezeichnen. In den „Natürlichen

Pflanzenfamilien" Bd. VI. a. Seite 10 schreibt Warburg: „Mit „Sicherheit sind paläontologische Reste der Familie nicht nachgewiesen. bei dem Mangel charakteristischer Blattformen oder -nervatur wird man sie wohl auch kaum als Flacourtiaceae bestimmen „können. Eher wird man hoffen dürfen. harte Samen. wie z. B. „Pangium-ähnliche Formen. fossil erhalten zu können". Diese Erwartung hat sich jetzt erfüllt.

Andererseits zeigt der javanische Fund der tertiären *Pangium*art. sowie die früheren Funde von *Nipa* und anderen Driftfrüchten aus eozänen und miozänen Schichten Europas[1]. daß die biologische Gruppe der Strandflora mit den Samen und Früchten, welche durch die Wellen des Ozeans verbreitet werden. von sehr altem Datum ist.

---

17. *O rozwoju listków zarodkowych i jelita u Gastroidea viridula Deg.* (*Coleoptera*). — *Über die Entwicklung der Keimblätter und des Darmes bei Gastroidea viridula Deg. (Coleoptera).* Mémoire de M. **JAN HIRSCHLER**, présenté par M. J. Nusbaum m. c.

(Planche IV).

1. Einleitung, Material, technisches Verfahren.

Meine Untersuchungen über die Entwicklung der Coleopteren. die ich an *Donacia*-Eiern begonnen habe und deren Ergebnisse demnächst veröffentlicht werden sollen. setzte ich weiter an Eiern eines anderen Chrysomeliden. *Gastroidea viridula (Gastrophysa raphani)* fort. Diese Form wurde zwar schon früher von Lecaillon untersucht. jedoch nur gelegentlich als Vergleichsobjekt behandelt. so daß eine genauere Nachuntersuchung sich jedenfalls als wünschenswert erwies. Dieses Studium bot hauptsächlich für mich ein sehr großes Interesse. da ich eben für *Donacia*, gegen Friederichs, die entodermale Herkunft des Mitteldarmes feststellen konnte; ich wollte nun an einer nahe verwandten Form meine eigenen Untersuchungen kontrollieren und dabei auch eine festere Basis für die kritische Betrachtung der Ergebnisse anderer Forscher, hauptsächlich derjenigen von Lecaillon und Friederichs. gewinnen. Wie ich schon hier bemerken will, erwiesen sich meine Untersuchungen lohnenswert. indem ich mich auch an dieser Form ganz

sicher von der entodermalen, nicht aber, wie Lecaillon behauptet, ektodermalen Herkunft des Mitteldarmepithels überzeugen konnte; dabei liegen bei diesem Objekte die Entwicklungsverhältnisse so klar auf der Hand, wie sie nur selten bei Insektenembryonen zu finden sind, so daß wir zu dem obengenannten Schlusse rein auf Grund durchmusterter Schnittserien gekommen sind, ohne mehr oder weniger gewagte theoretische Deutungen zu Hilfe zu nehmen.

Das Material sammelte ich während der letzten Ferien (August) auf einigen sumpfigen, am Ufer des Flusses Strypa (Österr.-Podolien) gelegenen Waldwiesen; das Einsammeln eines ziemlich reichen Materials war in diesem Falle leicht, denn man konnte gleichzeitig alle gewünschten Entwicklunsstadien finden; neben trächtigen Weibchen, die sich gerade zur Eierablage anschickten, traf man jüngere und ältere Eiergelege. frisch ausgeschlüpfte und fast ausgewachsene Larven an. Die Eiergelege von *Gastroidea* enthalten je 30 — 50 Eier, die eng nebeneinander liegen und mit ihren Längsachsen gleich orientiert, mittels eines klebrigen Stoffes dem Blatte ziemlich fest anhaften. Die Eier sind länglich-oval, zeigen viel Ähnlichkeit mit denen der *Melöe*-Art und stehen nur hinsichtlich der Größe hinter diesen weit zurück. Das frisch abgelegte *Gastroidea*-Ei ist von lichtgelber Farbe, die während der weiteren Entwicklung in Orange übergeht, um noch später schmutzig-gelb und endlich schmutzig-grün zu werden. Die letztgenannte Farbe besitzen auch die frisch ausgeschlüpften Larven, welche allmählich dunkler und zuletzt schwarz werden. Man kann sich also, bei gewisser Übung. schon im Freien beim Einsammeln der Eiergelege über ihr Alter gewissermaßen orientieren.

Da die *Gastroidea*-Eier ziemlich weich sind und beim Abpräparieren vom Blatte leicht verletzt werden, stach ich ein jedes am Blatte mittels einer feinen Nadel an, danach wurde das Blattstück, welchem das Eiergelege anhaftete, ausgeschnitten und alles in die Fixierungsflüssigkeit auf 4 — 10 Stunden gebracht. Zur Konservierung diente mir eine Mischung von Sublimatlösung und 3 % wässeriger Salpetersäure, worüber näheres in meiner früheren [1]) Arbeit (über *Donacia*) zu finden ist. Nachdem die Eier eine Reihe steigender Alkohole passiert hatten, wurden sie im 96° Alkohol von ihrer Blattunterlage mittels Nadeln befreit und auf 24 Stun-

[1]) Die Arbeit erscheint demnächst in der „Zeitschrift für wiss. Zoologie".

den in eine Thioninlösung gelegt (siehe näheres in meiner Arbeit über *Donacia*), wodurch man eine färbige Differenzierung des Keimstreifs erzielt und hiernach die bei Anwendung bekannter Manipulationen in Paraffin eingebetteten Eier nach Belieben orientieren kann. So behandelte Eier ließen sich leicht samt Chorion und Epichorion in schöne Schnittserien zerlegen, deren Schnittdicke 5—6 μ betrug; sie zeigten also eine ebenso gute Schnittfähigkeit wie andere *Chrysomeliden*-Eier (*Donacia*), die im allgemeinen, was das technische Verfahren anbelangt, ein sehr anziehendes Studiumobjekt darstellen. Die Schnittserien wurden fast ausschließlich mit Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt, wobei ich hie und da zur Nachfärbung Eosin oder Orange gebrauchte. Statt Zeichnungen legte ich dieser Arbeit eine Reihe mikrophotographischer Aufnahmen bei, welche uns mit möglichst größter Objektivität und Treue die hier geschilderten Entwicklungsvorgänge illustrieren.

Viele Entwicklungsvorgänge bei *Gastroidea* sind den nämlichen Prozessen bei *Donacia* fast gleich, so daß ich auf eine genauere Beschreibung derselben verzichten kann. Dies betrifft vor allem die Blastokinese, die Segmentierung des Keimstreifens und die Entwicklung der Körperanhänge, welch letztere Vorgänge ich in meiner Arbeit über die Entwicklung von *Donacia* eingehender behandelt habe. Auch die Entwicklung der mesodermalen Organe und Gewebe scheint bei *Gastroidea* nichts merkwürdiges darzustellen.

2. Erste Gastrulationsphase (Entwicklung des s.g. Blastoderms).

Am jüngsten Stadium, welches ich an Schnittserien durchmustert habe, finden wir die Furchungskerne bereits schon in zwei Partien geteilt; die erste kommt in der ersten Eihälfte im Dotter zu liegen und ist als Anlage der Dotterzellen zu betrachten, dagegen die übrigen Kerne, die in der Zukunft das periphere Epithel aufbauen werden, haben sich gegen die Eiperipherie verschoben und sind eine kurze Strecke unter dem Keimhautblastem anzutreffen. Das Keimhautblastem ist in der ganzen Äquatorialzone des Eies verhältnismäßig dünn, während es gegen die Eipole allmählich an Dicke zunimmt und hier am dicksten erscheint. Sowohl das Keimhautblastem wie auch die Plasmahöfe der im Innern des Dotters und der mehr peripher gelegenen Kerne entsenden zahlreiche äußerst feine Plasmafortsätze, welche die Dotterkügelchen netzartig

umgeben. Das Keimhautblastem ist von außen mit drei Membranen bedeckt; unmittelbar über ihm finden wir ein ganz zartes strukturloses Häutchen, die Membrana vitellina, darüber kommt eine dickere Membran, das Chorion, zu liegen und endlich von außen ist das ganze Ei mit einem Epichorion bedeckt, welches einigemale dicker als das Chorion und an der Dorsalseite mächtiger als an der Ventralseite des Eies entwickelt ist. Obwohl das Epichorion, hinsichtlich seiner Dicke, bei *Gastroidea* weit hinter dem bei *Donacia* zurücksteht, so zeigen doch beide durch ihre spongiöse Struktur viel Ähnlichkeit miteinander.

Während der weiteren Entwicklung wandern die peripher gelegenen Kerne knapp unter das Keimhautblastem, und man kann in diesen Stadien eine viel mächtigere Ansammlung derselben in der Nähe des vorderen Eipoles wahrnehmen, wie in anderen Eiregionen. Zuerst erreichen die Kerne die Eiperipherie an der Ventralseite, später, fast gleichzeitig am hinteren Eipol und an der Dorsalseite, während sie in der Umgebung des vorderen Eipoles noch ziemlich lange unter dem Keimhautblastem verharren. Durch tangentiale Teilungen der peripher gelegenen Kerne kommt es bald zur Entwicklung eines Epithels, welches aus kubischen Zellen aufgebaut ist und an der ganzen Eiperipherie mit Ausnahme des vorderen Eipoles anzutreffen ist. An der letztgenannten Stelle spielen sich ziemlich komplizierte Vorgänge ab: Die hier in größerer Menge vorhandenen Kerne weisen nämlich ein sehr verschiedenes Aussehen auf, indem einige ihre frühere Größe, die derjenigen der Dotterzellen gleich ist, beibehalten, während andere bedeutend an Umfang zugenommen und oft riesige Dimensionen erreicht haben; letztere tingieren sich äußerst schwach und zeigen das Chromatin zu mehreren Kügelchen zusammengeballt. Während manche von ihnen fast kugelrund oder oval sind, zeigen andere zahlreiche Ausbuchtungen, so daß ihre Konturen stark gelappt erscheinen. Durchmustern wir zum Vergleich eine größere Zahl von Präparaten, so kommen wir zu der Überzeugung, daß wir vor uns Kerne haben, die einer rapiden Fragmentation unterliegen, indem sie zugleich in mehrere kleine Kerne zerfallen, von denen jeder ein Chromatinkügelchen trägt. Diese kleinen, durch Fragmentation entstandenen Kerne verlieren bald ihre Membran, wobei das Chromatinkügelchen frei im Dotter zu liegen kommt und weiter in noch kleinere Granula zerfällt. Während die Degeneration der großen

Kerne fortdauert, wandern die übrigen, die den normalen Dotterkernen in den hinteren Eiregionen gleichkommen, in das Keimhautblastem ein und bringen das periphere Epithel auch hier zum Abschluß. Wir können nun an älteren Stadien, an welchen das s. g. Blastoderm schon vollkommen entwickelt ist, immer in der Nähe des vorderen Eipols ein ziemlich reiches Gerinsel antreffen, welches den degenerierten großen Kernen entstammt.

Diese Vorgänge erscheinen mir deswegen recht interessant, weil sie gewissermaßen Licht auf ganz ähnliche, aus der Entwicklung anderer Insekten bekannte Prozesse werfen; ich meine hier die Verhältnisse, die Schwangart bei *Endromis* und Dickel bei *Apis* beschrieben haben, wobei beide Autoren die Blastodermlücke am vorderen Eipole als Blastoporus deuten. Ich habe schon in meiner Lepidopteren- und Donacia-Arbeit Gelegenheit gehabt, die Unrichtigkeit dieser Annahme auf Grund der den Arbeiten dieser Autoren entnommenen Zitate und vergleichend-morphologischer Erwägungen zu beweisen, und bin jetzt so glücklich, die Richtigkeit meiner Behauptung durch meine eigenen Untersuchungen bestätigt zu finden und die Blastodermlücke nicht als Blastoporus, sondern als eine Stelle, an welcher das periphere Epithel zuletzt entwickelt wird, anzusehen. Dafür sprechen alle meine Präparate und auch die Darstellungen Schwangarts und Dickels. Wir haben in allen diesen Fällen nicht mit einem Einwandern von Zellen in den Dotter, sondern umgekehrt mit einem Heranwandern an die Eiperipherie zu tun. In meiner Donacia-Arbeit versuchte ich mit einiger Reserve die Blastodermlücken zum Vergleich mit dem „primären Dorsalorgan" bei *Donacia* heranzuziehen, jetzt scheint mir aber die zuvor ausgesprochene Meinung den Vorzug zu verdienen.

Kurz darauf, nachdem sich das Epithel an der ganzen Eioberfläche entwickelt hat, bekommt es in den verschiedenen Eiregionen ein verschiedenes Aussehen. An der ganzen Dorsalseite des Eies flacht es sich allmählich ab und verwandelt sich in ein Plattenepithel, an der Ventralseite bleibt es ziemlich unverändert, während in den lateralen Partien des Eies die Zellen an Höhe zunehmen und zu einem Zylinderepithel werden. Es kommt nun zur Differenzierung des peripheren Epithels in eine Hüllenzone, welche die Dorsalseite des Eies umgreift, und in eine Keimzone, welche sich auf die ventrale und die lateralen Partien erstreckt und etwas auf beide Eipole übergeht. Im Bereiche der Keimzone stellen uns die lateralen, aus

einem Zylinderepithel aufgebauten Partien die Seitenplatten dar, zwischen welchen ventral die Mittelplatte zu liegen kommt. Ein genaues Studium der eben beschriebenen Differenzierungsprozesse erlaubt uns, ein wenig tiefer in den Mechanismus dieser Vorgänge einzudringen, als es sonst gewöhnlich in anderen Fällen möglich ist. Ich habe nämlich in meiner Donacia-Arbeit hervorgehoben, daß wir uns die Plattenentwicklung im Bereiche des peripheren Epithels teils durch Differenzierungsvorgänge, teils aber durch rein mechanische Faktoren verursacht denken können. Ich konnte nun bei *Gastroidea* beobachten, daß in Stadien, in welchen die Differenzierung des peripheren Epithels eingeleitet ist, mitotische Figuren in großer Zahl nur längs der Dorsalseite des Eies anzutreffen sind, während die übrigen Eiregionen ihrer vollkommen entbehren. Man bekommt oft Bilder, an denen man alle Zellen an der Dorsalseite in Teilung begriffen findet, während man an anderen Stellen keine einzige Mitose antrifft. Dabei sind median längs der Dorsalseite gewöhnlich nur Asterstadien, mehr lateral aber Diasterstadien und lockere und dichte Spiremen zu sehen. Angesichts dessen bin ich geneigt, die letztgenannte Eiregion als eine Proliferationszone zu betrachten, in welcher eine längere Zeit sich immer neue Zellen entwickeln; letztere werden lateralwärts verschoben und üben auf die benachbarten Elemente einen Druck aus, dessen Richtung tangential zur Eioberfläche verläuft und das kubische Epithel allmählich in ein zylindrisches umwandelt. Obwohl ich nun weit davon entfernt bin, in diesem tangentialen Druck den einzigen differenzierenden Faktor sehen zu wollen, so scheint mir seine Rolle nicht ganz von untergeordneter Natur zu sein und meine Deutung ein gewisses Quantum von Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Sie wird auch noch weiter durch diese Tatsache gestützt, daß während an der Dorsalseite des Eies die Zellenproliferation fortdauert, es zu beiden Seiten der Mittelplatte dort, wo diese an die Seitenplatten angrenzt, zur Entwicklung von zwei Wülsten kommt, die in der Äquatorialzone des Eies am mächtigsten erscheinen und etwas medianwärts auf die Mittelplatte umgeschlagen sind. Wir könnten uns nun die Entstehung dieser Wülste, die als künftige Blastoporusränder zu deuten sind, auch als durch diesen tangentialen Druck verursacht denken.

Wie aus dem vorher Gesagten zu entnehmen ist, weicht die Entwicklung des peripheren Epithels bei *Gastroidea* etwas von den

nämlichen Vorgängen bei *Donacia* ab, während sich seine Differenzierung ähnlich wie bei der letztgenannten Form gestaltet. Als Hauptunterschied muß das Fehlen einer Genitalanlage hervorgehoben werden, die bei *Donacia* sehr frühe deutlich zu erkennen ist, während ich bei *Gastroidea* die Genitalzellen erst an einem späteren Stadium, wo der Keimstreif die Anatrepsis beginnt, auffinden konnte.

3. *Zweite* Gastrulationsphase (Entwicklung des s. g. unteren Blattes).

Sobald die Wülste zu beiden Seiten der Mittelplatte erschienen sind, beginnt sich letztere rinnenartig gegen den Dotter einzustülpen. Diese Einstülpung ist zuerst in der Äquatorialzone des Eies zu bemerken, während sie sich an älteren Stadien weiter gegen beide Eipole verbreitert. Gleichzeitig mit der Einstülpung der Mittelplatte kommt es unweit vor dem hinteren Eipole zur Entwicklung einer anderen rinnenartigen Einstülpung, deren Längsachse zur oroaboralen Achse des Eies senkrecht orientiert ist und die von hinten durch einige mächtige Falte begrenzt wird; wir erkennen darin die Anlage der künftigen Amnionhöhle und der hinteren Amnionfalte.

In älteren Stadien hat der Gastrulationsvorgang bedeutende Fortschritte gemacht, wobei es auch gleichzeitig zur Ausbildung eines Keimstreifs gekommen ist, dessen stark erweitertes Vorderende uns die Anlage der künftigen Kopflappen darstellt. Wir finden die Mittelplatte auch in der vorderen Region des Keimstreifs etwas unter das Niveau der Seitenplatten versenkt (Textfig. I 1a.), wobei sie aber ihr plattenartiges Aussehen hier nicht verloren hat. In der ganzen mittleren Region des Keimstreifs erscheint sie bereits zu einem Rohr eingekrümmt (Textfig. I 1b.), wobei sich die Blastoporusränder an manchen Stellen, hauptsächlich dort, wo der Keimstreif in den Dotter einbiegt (ähnlich wie bei *Donacia*), so nahe aneinander gelegt haben, daß wir einen fast geschlossenen Schlauch vor uns zu haben glauben. Als ein charakteristisches Merkmal der *Gastroidea*-Entwicklung muß hervorgehoben werden, daß auch in diesen Stadien in der ganzen mittleren Region des Keimstreifs eine deutliche Grenze zwischen den Seitenplatten und der rinnenartig eingestülpten Mittelplatte zu erkennen ist; man kann sich also

in unserem Falle aufs deutlichste davon überzeugen, daß die Elemente der Seitenplatten an der Rinnenbildung vollkommen unbeteiligt sind und daß das eingekrümmte Rohr nur aus Zellen der Mittelplatte aufgebaut ist. Diese haben jetzt ihre Form geändert, indem sie das Aussehen hoher, zylindrischer Epithelzellen angenommen haben und in einer Schicht zu liegen kommen. In der ganzen hinteren Region (Textfig. I 1c.) des Keimstreifs, die in den Dotter versenkt, von außen durch die hintere Amnionfalte bedeckt,

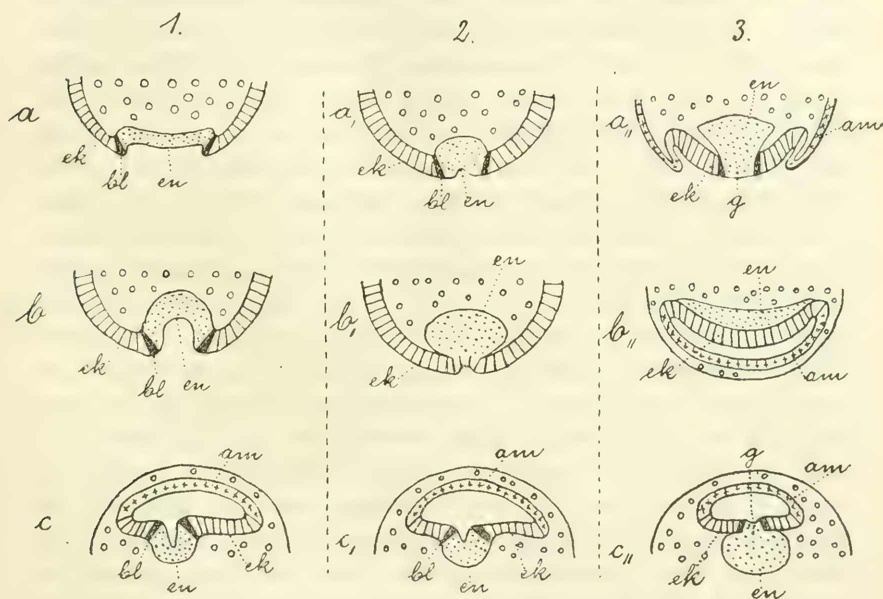


Fig. I. Schemate zur Erläuterung des Gastrulationsvorganges; *ek* — Ektoderm, *en* — Entoderm, *bl* — Blastoporusrand, *g* — Gastralherd, *am* — Amnion.

sich dorsal zu krümmen beginnt, trifft man auch eine rinnenartige Gastraleinstülpung an, die hier ihre größte Tiefe erreicht. Die Grenze zwischen den Seitenplatten und der Mittelplatte ist hier verwischt, die seitlichen Wände, hauptsächlich aber der Boden der Gastralrinne weisen eine bedeutende Dicke auf und scheinen an manchen Stellen aus mehreren Zellenschichten zusammengesetzt zu sein. Nach hinten zu reicht die Gastralrinne bis knapp an die Genitalanlage und die hintere Amnionfalte, die sich ventral längs des Keimstreifs ziemlich weit nach vorn erstreckt und deren innere Lamelle aus

Elementen der Keimzone, die äußere aber aus Hüllenektoderm aufgebaut ist. Charakteristisch ist auch in diesem Stadium der asymmetrische Bau des hinteren Keimstreifsendes, welchem eine asymmetrische Entwicklung der hinteren Amnionfalte folgt. Die Medianebene dieses Keimstreifsabschnittes fällt nämlich nicht mit der Eimediane zusammen, sondern bildet nach rechts oder links mit ihr einen Winkel. Im ersten Falle finden wir die rechte Seitenplatte viel breiter als die linke und die ganze Amnionfalte rechts verschoben, während im zweiten Falle dieselben Verhältnisse an der linken Seite des Keimstreifs anzutreffen sind. Es ergibt sich daraus eine sehr innige Korrelation zwischen Keimstreif und Amnionfalte, wobei die Lage der letzteren durch die Art der Krümmung des ersteren bedingt wird. Eine ähnliche Asymmetrie konnte Friederichs und ich bei *Donacia* feststellen, obwohl sie bei dieser Form nicht so scharf ausgeprägt zu sein scheint, wie bei *Gastroidea*.

An einem älteren Stadium gestalten sich die Gastrulationsvorgänge folgendermaßen: Die Gastralrinne, die in jüngeren Stadien im Bereiche der Kopflappen seicht, dabei aber verhältnismäßig sehr breit war, hat sich jetzt bedeutend verengt (Textfig. I 2a.), indem sich die Seitenplatten über der Mittelplatte medianwärts verschoben haben und mit dieser median verlöteten, so daß eine Grenze zwischen beiden Keimblättern nicht zu sehen ist. An der Verlötungsstelle wird man einer engen und seichten Einstülpung gewahr, an deren Boden sich eine Zellenproliferation erkennen läßt, die das Aussehen des unteren Blattes vollkommen ändert. Statt einer einschichtigen Platte besitzt jetzt dieses Blatt an Querschnitten die Gestalt eines Zellenhaufens, in welchem die Elemente unregelmäßig über- und nebeneinander gelagert sind. In dem vorderen Abschnitte der mittleren Keimstreifsregion haben sich die gut gegen das untere Blatt abgegrenzten Seitenplatten auch etwas medianwärts verschoben, die Gastralrinne ist aber noch erhalten, obwohl sie viel seichter erscheint, als vorher, während das untere Blatt an Querschnitten eine eingekrümmte, aus einer Schicht sehr hoher Epithelzellen aufgebaute Platte darstellt. In der hinteren Partie der mittleren Keimstreifsregion (Textfig. I 2b.) berühren sich beinahe die Seitenplatten über dem unteren Blatte, eine Trennung beider Keimblätter ist aber noch nicht eingetreten; längs der Mediane hängt hier das Ektoderm mit dem Entoderm zusammen, wobei sich an der Verbindungsstelle eine ganz kleine Einstülpung wahrnehmen läßt. Das Aussehen des

Entoderms hat sich hier stark geändert: Statt als eine eingekrümmte, einschichtige Platte, wie dies etwas weiter nach vorn der Fall ist, erscheint es an Querschnitten als ein ziemlich mächtiger, median gelegener, abgerundeter Zellenhaufen, mit unregelmäßig gelagerten Elementen. Im hinteren Abschnitte des Keimstreifs (Textfig. I 2c.), der stärker als vorher gegen die Dorsalseite eingekrümmt ist, findet man die Gastralrinne noch erhalten; sie hat nur etwas an Breite und Tiefe abgenommen, wobei ihre seitlichen Wände und ihr Boden dick und aus mehreren Zellenschichten aufgebaut erscheint. Der asymmetrische Bau dieses Keimstreifsabschnittes, worüber schon früher eingehender berichtet wurde, hat sich auch noch in diesem Stadium mit derselben Deutlichkeit wie an jüngeren Keimen erhalten. Die Entwicklung der Amnionfalten zeigt uns hier bedeutende Fortschritte: Die hintere Amnionfalte hat sich noch weiter nach vorn am Keimstreif erstreckt, und im Anschluß daran finden wir auch die seitlichen Amnionfalten angelegt. Da die erstere unmittelbar in die letzteren übergeht, läßt sich auch in der Entwicklung dieser eine Asymmetrie erkennen, die von der asymmetrischen Lage der hinteren Amnionfalte abhängt. Ist diese Falte nach rechts verschoben, so erscheint auch die rechte Seitenfalte mächtiger als die linke entwickelt und umgekehrt.

In älteren Stadien finden wir in der Kopfregion fast dieselben Verhältnisse, wie in dem zuletzt beschriebenen Stadium, es hat nur das Entoderm, welches median auf einer ziemlich breiten Strecke mit dem Ektoderm zusammenhängt, etwas an Volum zugenommen und erscheint an Querschnitten als eine mächtigere Zellenanhäufung. In der ganzen mittleren Region des Keimstreifs ist die Gastralrinne spurlos verschwunden, die Seitenplatten sind längs der Mediane verwachsen, zeigen aber noch eine deutliche Verbindung mit dem unteren Blatte. Letzteres hat etwas an Umfang zugenommen und die epitheliale Anordnung der Zellen verloren, wobei es auch etwas lateralwärts erweitert erscheint und beiderseits etwa bis zur Mitte der Seitenplatte reicht. Nur im hinteren Abschnitte des Keimstreifs, der jetzt ganz auf die Dorsalseite des Eies umgeschlagen ist, hat sich noch die Gastralrinne erhalten, obwohl sie jetzt hier viel seichter geworden ist. Durchmustern wir aufmerksam Schnitte aus dieser Keimstreifspartie, so können wir uns eine ziemlich genaue Vorstellung davon machen, wie die Gastralrinne zum Abschluß gelangt. Wir erblicken nämlich am Boden der Rinne eine Verwachsungs-

naht, die dadurch entstanden ist, daß sich die seitlichen Blastoporuswände, in den tieferen Partien der Rinne, aneinander gelegt haben und verwachsen sind. Wir haben nun in unserem Falle mit einer deutlichen Konkreszenz der Blastoporuswände zu tun, so wie sie in typischer Weise bei anderen Tiergruppen (Amphibien, manchen Tunicaten) auftritt. Bemerkt sei noch, daß in diesem Stadium die Asymmetrie des Keimstreifs verschwunden ist, indem er der ganzen Länge nach symmetrisch gebaut erscheint. Unterdessen ist die hintere Amnionfalte mit den Seitenfalten zu einer Falte verwachsen, die bis zur Mitte des ventral gelegenen Keimstreifsabschnittes reicht, während von einer vorderen Amnionfalte noch nichts zu sehen ist. Die innere Lamelle der vorher genannten Falte ist ganz aus Keimepithel aufgebaut, während die äußere nur aus Hüllenektoderm besteht.

In einem älteren Stadium gestalten sich die Verhältnisse fast gerade so, wie an dem zuletzt beschriebenen Keimstreifen, nur die entodermale Anhäufung am Vorderende hat noch mehr an Umfang (Textfig. I 3a.) zugenommen und hängt an Querschnitten median mit dem Ektoderm zusammen; in der ganzen mittleren Region des Keimstreifs ist dagegen zwischen beiden Keimblättern eine deutliche Grenze aufgetreten (Textfig. I 3b.), wobei das untere Blatt ein plattenartiges Aussehen angenommen hat und lateralwärts fast bis zu den Amnionlamellen reicht. Seine Zellen sind sich auf diesem Stadium alle gleich und zeigen stellenweise eine epitheliale Anordnung, stellenweise sind sie aber abgerundet und kommen unregelmäßig nebeneinander zu liegen. In der hinteren Partie des Keimstreifs, (Textfig. I 3c.), die auf die Dorsalseite des Eies umgeschlagen ist, ist die gastrale Einstülpung nur noch in der nächsten Umgebung des hinteren Endes vorhanden, während sie etwas nach vorn schon vollkommen fehlt und nur ein Zusammenhang zwischen beiden Keimblättern längs der Mediane erhalten bleibt. Das untere Blatt erscheint am hinteren Ende des Keimstreifs sehr mächtig entwickelt und aus vielen Zellenschichten aufgebaut, wobei zahlreiche Mitosen anzutreffen sind. In diesem Stadium bekommen wir zum erstenmal die vordere Amnionfalte zu Gesicht, die aus zwei nach hinten zugewendeten Lappen besteht; ähnlich wie bei der hinteren und den seitlichen Amnionfalten ist auch hier die innere Lamelle aus Keimepithel-, die äußere aus Hüllenektoderm-Zellen zusammengesetzt. Da die hintere Amnionfalte samt den Seitenfalten,

mit denen sie verwachsen ist, schon bis an das Gnathocephaleum reicht, die vordere Amnionfalte aber bereits die erste Hälfte der Kopflappenregion bedeckt, bleibt somit nur noch ein kleiner Teil des Keimstreifs von Amnion frei.

Der vollkommene Abschluß der Amnionfalten kommt erst in einem älteren Stadium auf der Höhe des Gnathocephaleums zustande, wobei auch die Differenzierung beider Keimblätter bedeutende Fortschritte zeigt. Zwischen beiden ist eine deutliche Grenze längs des ganzen Keimstreifs aufgetreten, mit Ausnahme von zwei Stellen, nämlich in der hinteren Partie der Kopflappenregion und eine kurze Strecke vor dem hinteren Ende des Keimstreifs. In den beiden genannten Regionen hängt das Entoderm mit dem Ektoderm median aufs innigste zusammen, wobei an den Verbindungsstellen immer neue Zellen proliferiert werden. Beide Stellen können somit für Proliferationsfelder angesehen werden, an welchen der Gastrulationsvorgang noch fortdauert. Das in der Kopflappenregion gelegene Feld hat eine nahezu rundliche Form und ist verhältnismäßig ziemlich groß, wobei an ihm keine Einstülpung wahrzunehmen ist. Das hintere Proliferationsfeld ist erheblich kleiner und zeigt uns deutlich eine seichte Einstülpung, die für einen Rest der Gastralrinne angesehen werden darf. Angesichts dessen möchte ich beide Proliferationsstellen einfach als „Gastralherde“ bezeichnen, wozu uns ihre innige Beziehung zum Gastrulationsvorgang und zum rinnenartigen Blastoporus, auf jüngeren Stadien, berechtigt.

Kurzgefaßt, stellt sich somit der Gastrulationsvorgang bei *Gastroidea* folgendermaßen dar: Sobald es zur Entwicklung der bekannten drei Keimplatten gekommen ist, wird median am Keimstreif eine Gastralrinne angelegt, die zuerst in der mittleren Partie des Keimstreifes erscheint und sich von hier nach vorn und nach hinten erstreckt, wo sie ihre größte Tiefe erreicht. Zuerst kommt es zu ihrem Abschluß in der hinteren Partie des mittleren Keimstreifabschnittes, später in der vorderen und in der Kopflappenregion und zuletzt im hinteren Abschnitte des Keimstreifs, wo sie auf einer kleinen Strecke vor dem Hinterende noch lange erhalten bleibt. Nach dem Abschluß der Gastralrinne läßt sich noch immer ein Zusammenhang zwischen beiden Keimblättern in allen erwähnten Keimstreifsregionen feststellen. Eine Grenze zwischen beiden tritt erst in älteren Stadien auf: Sie erscheint zuerst in der mittleren Region und erstreckt sich bald auf den ganzen Keimstreif mit

Ausnahme von zwei Stellen, einer in der Kopflappenregion und einer anderen am hinteren Ende des Keimstreifs, an denen der Zusammenhang zwischen beiden Keimblättern bestehen bleibt und eine Entodermproliferation stattfindet. Die genannten Stellen bezeichne ich als „Gastralherde“.

4. Die Entwicklung des Darms.

An Sagittalschnitten durch etwas ältere Keimstreife erkennt man unmittelbar vor dem vorderen Gastralherde eine Zellenplatte die median im Ektoderm zu liegen kommt (Textfig. IIA u. Fig. 7.) und aus höheren Zellen, als die der benachbarten Ektodermelemente aufgebaut ist; da diese Platte in älteren Stadien eingestülpt wird und somit die Anlage des Stomodäums darstellt, nenne ich sie kurzweg Stomodäalplatte; nach vorn geht sie ohne scharfe Grenze in das kubische Ektoderm-Epithel des vordersten Kopflappenabschnittes über, nach unten ist sie überall deutlich vom Entoderm abgegrenzt, nach hinten hängt sie aufs innigste mit dem vorderen Gastralherde zusammen, an welchem der Gastrulationsvorgang fortdauert. Von einer Stomodäaleinstülpung ist hier noch nichts zu sehen und auch am hinteren Ende des Keimstreifs ist es noch nicht zu einer Anlage des Proktodäums gekommen; nur der Gastralherd ist auch hier erhalten (Fig. 1.) und hat sich im Vergleich mit den jüngeren Stadien wenig geändert. Erst etwas später wird knapp hinter dem hinteren Gastralherde das Proktodäum eingestülpt, welches aber nicht durch eine plattenartige Anlage vorgebildet ist. Das vordere Gastralfeld übertrifft in diesem Stadium bedeutend die Stomodäalplatte an Größe, so daß es an mehr seitlichen Dorsoventralschnitten, an denen von einer Stomodäalplatte nichts mehr zu sehen ist, immer noch mitgetroffen wird, während das hintere Gastralfeld (Gastralherd) von gleicher Größe mit der eben angelegten ganz seichten Proktodäaleinstülpung zu sein scheint. In diesem Stadium werden wir auch im Ektoderm zu jeder Seite des Proktodäums dreier kleiner Einstülpungen gewahr, die uns die Anlagen der malphigischen Gefäße darstellen und die derzeit noch außerhalb der Proktodäaleinstülpung zu liegen kommen, wobei sie erst später in die letztere verlagert werden — ein Verhalten, welches Grassi bei *Apis*, Carriere bei *Chalicodoma* und Wheeler bei *Doryphora* beschrieben haben. Im Bereiche des unteren Blattes lassen sich auch

bedeutende Änderungen wahrnehmen: In der Kopflappenregion, vor der Stomodäalplatte, ist das Entoderm einschichtig und erstreckt sich beiderseits bis an das Amnion, nach hinten wird es allmählich mehrschichtig und geht in eine mächtige Entodermanhäufung über,

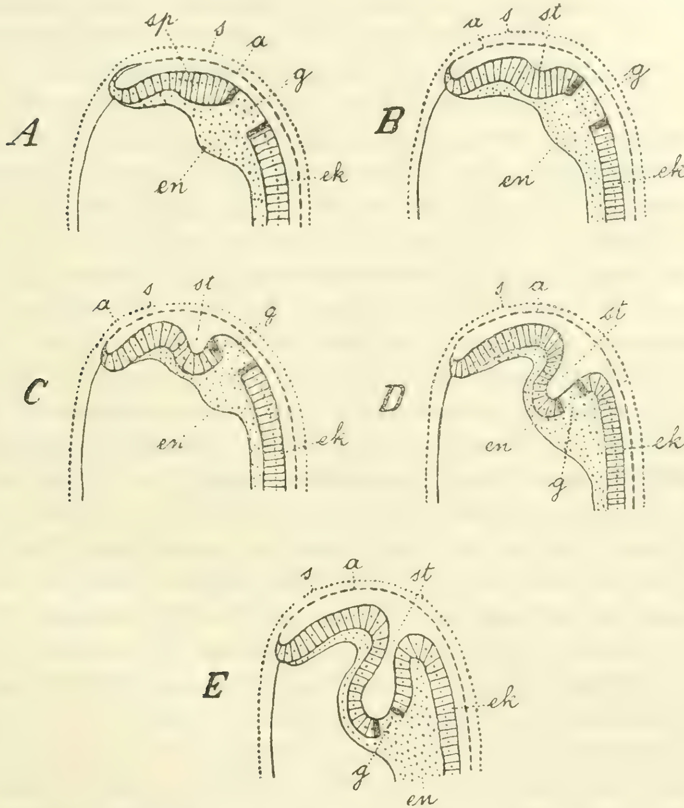


Fig. II. Schemate zur Erläuterung der allmählichen Verlagerung des Gastralherdes in den Bereich der Stomodäaleinstülpung; *a* — Amnion, *s* — Serosa, *g* — Gastralherd, *sp* — Stomodäalplatte, *ek* — Ektoderm, *en* — Entoderm, *st* — Stomodäum.

die median mit dem Gastralherde zusammenhängt und lateralwärts in doppelschichtige Platten, die das Mesoderm darstellen, ausläuft. Eine ähnliche Dreiteilung des primären Entoderms hat auch im Gnathocephaleum und in der ganzen Thorakalregion (Fig. 8) stattgefunden. Wir treffen hier überall median einen mächtigen entodermalen Zellenstrang an, der nach vorn mit der Entodermanhäu-

fung verbunden ist und welchem beiderseits zweischichtige Mesodermplatten anliegen, in denen hie und da die Lumina der Cölomsäckchen zum Vorschein kommen. In den ersten Abdominalsegmenten erscheint das untere Blatt zweiteilig, indem hier nur die lateralen Mesodermplatten, nicht aber der Entodermstrang entwickelt wird; erst weiter nach hinten zu finden wir es wiederum dreiteilig, nur wird hier das median gelegene Entoderm nicht als ein Strang, sondern als eine einschichtige Platte ausgebildet, die lateralwärts mit dem Mesoderm zusammenhängt. Nach hinten geht diese Entodermplatte in eine Entodermanhäufung über, die dem hinteren Gastralherde entspringt und von innen den ganzen kuppenartig gewölbten Keimstreif erfüllt. Wir können somit bei *Gastroidea* in diesem Stadium eine Differenzierung des primären Entoderms in ein sekundäres, welches aus den beiden polar gelegenen Entodermanhäufungen, dem Zellenstrange und der Zellenplatte besteht und in zwei lateral gelegene Mesodermplatten feststellen. Ein sekundäres Entoderm scheint nur in den ersten zwei bis drei Abdominalsegmenten zu fehlen. Hervorzuheben sei noch, daß trotz der Differenzierung des primären Entoderms, der Gastrulationsvorgang noch immer im Bereiche beider Gastralherde im Gange ist, indem hier Entodermelemente weiter neu gebildet werden; es mag auch darauf Nachdruck gelegt werden, daß die Gastralherde in diesem Stadium noch gar nicht mit den Anlagen des Vorder- und des Hinterdarms in eine nähere Beziehung treten, da sie außerhalb der letzteren gelegen sind, so daß sich in der Entwicklung beiderlei Gebilde eine gewisse gegenseitige Unabhängigkeit erkennen läßt.

In einem etwas älteren Stadium zeigen die Anlagen des Vorder- und des Hinterdarms in ihrer Entwicklung gewisse Fortschritte: Die Stomodäalplatte hat sich ein wenig unter das Ektodermniveau eingestülpt (Fig. 12 u. Textfig. II B.), während die Proktodäaleinstülpung ziemlich bedeutend an Tiefe zugenommen hat. Die Wände der ganz frisch angelegten Stomodäaleinstülpung sind aus ähnlichen Elementen aufgebaut, wie sie uns schon in jüngeren Stadien aus der Stomodäalplatte bekannt sind; nach vorn und nach unten ist das Stomodäum deutlich gegen das untere Blatt abgegrenzt, nach hinten aber hängt es mit dem Gastralherd zusammen, welcher jetzt schon am hinteren Rande der Mundeinstülpung zu liegen kommt und in seinem Bau verändert erscheint. Das ursprünglich unpaarige, große Gastralfeld ist nämlich in zwei kleinere Felder zerfallen.

worüber man sich aus Serien von dorsoventralen Längsschnitten überzeugen kann. Beide Felder sind längs der Mediane voneinander getrennt und liegen der Stomodäaleinstülpung von hinten und beiderseits etwas lateral an; lateralwärts reichen sie auch nicht mehr so weit, wie das unpaarige Gastralfeld an jüngeren Stadien. Genauer gestalten sich diese Verhältnisse folgendermaßen: An einem medianen dorsoventralen Längsschnitt (Fig. 16) ist von einem Gastralherde hinter dem Stomodäum nichts zu sehen, da hier überall das Ektoderm gegen das Entoderm abgegrenzt ist; dagegen an linken und rechten Paramedianschnitten (Fig. 12) finden wir je einen Gastralherd, an welchem beide Keimblätter ineinander ohne jede Abgrenzung übergehen und neue Entodermzellen proliferiert werden. Die Trennung des unpaarigen Gastralfeldes in zwei kleinere Gastralherde ist nun nur auf diese Weise zu deuten, daß es längs der Mediane im Bereiche des großen Gastralfeldes auf einer schmalen, streifenartigen Strecke zur gegenseitigen Abgrenzung beider Keimblätter gekommen ist, wodurch der Gastrulationsvorgang an dieser Stelle aufgehoben wurde, während er beiderseits bestehen blieb und nun zur Vergrößerung der vorderen Entodermanhäufung weiter beiträgt. Diese hat in dem letzten Stadium noch etwas an Größe zugenommen und hebt sich deutlich von dem mehr nach hinten gelegenen entodermalen Mittelstrange ab. Ihre Zellen haben eine rundliche Gestalt, erscheinen etwas größer und heller als die Ektodermzellen und sind sämtlich unregelmäßig nebeneinander gelagert. In der ganzen mittleren Partie des Keimstreifs blieb das Entoderm unverändert, während im Mesoderm, welches eine deutliche Metamerie aufweist, die Cölomsäckchen angelegt wurden. Mit der Vertiefung der Proktodäaleinstülpung haben auch die Anlagen der malphigischen Gefäße ihre frühere Lage geändert, da sie in das Proktodäum hineinverschoben erscheinen. Auch der hintere Gastralherd wurde ein wenig nach hinten verschoben und wir finden ihn teilweise in die Proktodäaleinstülpung verlagert, wobei er aber seinen unpaarigen Bau beibehalten hat.

In einem nächst älteren Stadium hat sich das Stomodäum etwas tiefer nach innen eingestülpt, und gleichzeitig damit fand auch eine Verlagerung beider dahinter gelegenen Gastralherde statt. Eine Serie von dorsoventralen Längsschnitten gibt uns folgende Bilder: Am Medianschnitt (Fig. 9) erscheint das Stomodäum am tiefsten und seine Wand, sowie auch das gleich dahinten gelegene Ektoderm ist

überall deutlich vom Entoderm abgegrenzt. Die Stomodäalwand ist aus auffallend hohen Epithelzellen aufgebaut, die am Einstülpungsrande oft in Teilung begriffen sind. Der Stomodäaleinstülpung legen sich von vorn schichtenweise oder vereinzelt Zellen des unteren Blattes an, während sie nach hinten zu an die mediane Entodermanhäufung angrenzt. An linken und rechten Paramedianschnitten (Fig. 10 u. Textfig. II C.) ist die Stomodäalwand nur vorn und am Boden der Einstülpung vom Entoderm abgegrenzt, dagegen hängt sie nach hinten mit der Entodermanhäufung zusammen, und eine solche Verbindung beider Keimblätter läßt sich auch eine kurze Strecke hinter dem Stomodäum wahrnehmen. Die ganze Keimpartie, an welcher eine Grenze zwischen beiden Keimblättern nicht zu finden ist, stellt uns den linken, eventuell den rechten Gastralherd dar, welcher hier größtenteils in die Stomodäaleinstülpung verlagert wurde, während nur sein hinterer und seitlicher Abschnitt, worüber uns mehr lateral gelegene Paramedianschnitte belehren (Fig. 11.), noch oberflächlich gelegen ist. Die ganze hintere Wand des Stomodäums ist somit aus einem medianen schmalen Ektodermstreifen und aus den beiderseits gelagerten Gastralherden, die nach hinten mit der Entodermanhäufung in Verbindung stehen, aufgebaut. Am Proktodäum, wo ein unpaariger Gastralherd erhalten bleibt, gestalten sich die Verhältnisse ähnlich, so daß auf eine genauere Beschreibung derselben verzichtet werden kann. Dasselbe betrifft auch das in der mittleren Keimstreifspartie gelegene Entoderm, an welchem keine nennenswerten Veränderungen eingetreten sind, während sich im Mesoderm die bekannten Differenzierungsvorgänge abspielen.

Abhängig von der weiteren Vertiefung des Stomodäums, werden endlich die Gastralherde ganz in den Bereich der Einstülpung verlagert, so daß am hinteren Rande der Stomodäaleinstülpung überall eine deutliche Grenze zwischen beiden Keimblättern zu erkennen ist. Die Stomodäalwand ist wie vorher am Boden der Einstülpung und nach vorn gegen das untere Blatt abgegrenzt, während sie hinten (Fig. 6) fast vollkommen aus den Gastralherden (Textfig. 2D) besteht, die mit dem Entoderm verbunden sind und median teilweise miteinander verschmolzen sind, so daß sich auch an Medianschnitten (Fig. 17) eine Grenze zwischen Ekto- und Entoderm nur mit Mühe auffinden läßt. Das paarige Auftreten der Gastralherde ist also nur eine vorübergehende Erscheinung, indem sie schon in die-

sem Stadium und noch deutlicher in älteren miteinander zu einem unpaarigen Gastralherde verschmelzen.

In einem etwas älteren Stadium, in welchem die Stomodäaleinstülpung unbedeutend tiefer erscheint, finden wir auch noch den jetzt schon unpaarigen Gastralherd erhalten, dessen Lage sich aber etwas geändert hat. Während er sich vorher an der hinteren (ventralen) Stomodäalwand befand, hat er jetzt etwas an Größe abgenommen und kommt am unteren Rande des Stomodäalendes (Fig. 4 u. Textfig. II E) zu liegen. Hier findet eine rege Zellenproliferation statt, worüber uns eine ziemlich große Entodermanhäufung belehrt, die nach hinten mit dem entodermalen Zellenstrang zusammenhängt. Dieser Strang hat die Gestalt eines stumpfen Zapfens, der sich dem Dotter anlegt und nach hinten gerichtet ist. Welche Zellen am Aufbau dieses Zapfens beteiligt sind, ob es die Zellen sind, die der früher beschriebenen Entodermanhäufung entstammen, oder Entodermelemente, die frisch aus dem Gastralherde hervorgewuchert sind, wäre, wie es mir scheint, sicher zu entscheiden unmöglich, da sie alle vollkommen gleich aussehen und ineinander übergehen. Darum erscheint es mir am wahrscheinlichsten, daß dieser Zellenzapfen aus Elementen zusammengesetzt ist, die während verschiedener Phasen der Gastrulation aus dem Gastralherde proliferiert wurden und somit alle als Entodermzellen zu betrachten sind. Ähnlich wie am Stomodäum gestalten sich die Verhältnisse auch am Proktodäum (Fig. 2).

In nächst älteren Stadien, an welchen die Stomodäaleinstülpung noch weiter in die Länge gewachsen erscheint, sehen wir die Entodermproliferation am Gastralherde noch reger von statten gehen. Es wird nämlich an der erwähnten Stelle aus dem Zellenzapfen eine mächtige, unpaarige, aus Entodermzellen aufgebaute Schaufel gebildet, die sich dem Dotter anlegt und nach hinten in zwei laterale Zipfel ausläuft. Sie ist aus mehreren Zellenschichten zusammengesetzt, wobei die unmittelbar an den Dotter angrenzende, ihre Elemente gewissermaßen epithelartig angeordnet zeigt, während die darunter gelegenen Zellen unregelmäßig nebeneinander zu liegen kommen und nach unten, wo es bald zur Entwicklung des Epineuralsinus kommt, ziemlich lose zusammenhängen. Die am Dotter epithelförmig angeordneten Zellen, welche in diesem Stadium auch dorsalwärts übergreifen und das Stomodäalende kappenartig bedekken, stellen uns die Anlage des Mitteldarmepithels dar, welche somit als entodermal bezeichnet werden muß. Gleichzeitig damit spie-

len sich in der mittleren Keimstreifpartie, im Bereiche des median gelegenen Entoderms, höchst interessante Vorgänge ab. Der in der Gnathal- und Thorakalgegend gelegene Entodermstrang, löst sich in einzelne Elemente auf, wobei zugleich zwischen Keimstreif und Dotter ein ziemlich enger Spalt entsteht, in welchem wir den Epineuralsinus zu erblicken haben. Auf ähnliche Weise wird auch die Entodermplatte in der hinteren Abdominalregion aufgelöst, so daß ihre Elemente frei in Epineuralsinus zu liegen kommen. Die abgetrennten Entodermzellen gleichen in ihrem Aussehen den Zellen der entodermalen Schaufel am Stomodäalende, zeigen aber auch hie und da eine birnenförmige oder sternartige Gestalt, wobei ihr Plasma feine Plasmaausläufer entsendet, die als nutritive Einrichtungen zu deuten sind. Ähnlich, wie am Stomodäalende, wird auch am Proktodäalende eine mehrschichtige Schaufel gebildet, deren Elemente sämtlich dem Gastralherde entstammen und die entodermale hintere Anlage des Mitteldarmes darstellen. Ein großer Teil der hinteren Entodermanhäufung wurde dabei am Aufbau dieser Schaufel verbraucht, während sich ihr Rest in einzelne Zellen aufgelöst hat, die jetzt frei im Epineuralsinus flottieren.

Im nächsten Stadium hat sich der Gastralherd am Stomodäum erheblich verkleinert (Fig. 15), wobei auch die Schaufel dünner erscheint, da sich die darunter gelegenen Zellen von ihr losgelöst haben und jetzt frei in dem schon auch in dieser Gegend des Keimstreifs deutlich entwickelten Epineuralsinus, einzeln oder zu mehreren zusammengeballt, angetroffen werden. Unterdessen ist auch eine große Zahl von Entodermzellen aus dem Epineuralsinus an den Dotter gewandert und hat ihn ziemlich dicht von der Ventralseite inselartig besetzt. Die Entoderminseln, die am Dotter zu sehen sind, zeigen einerseits ihre Elemente ziemlich lose verbunden, während man anderseits an vielen Stellen eine epithelartige Anordnung der Entodermzellen wahrnehmen kann. Ich bin nun geneigt, die Differenzierungsvorgänge im Bereiche des in der mittleren Keimstreifspartie gelegenen Entoderms folgendermaßen zu deuten: Ein Teil der Entodermzellen wandert an den Dotter heran und vereinigt sich zu inselartigen Anhäufungen, die als Mitteldarmanlagen aufzufassen sind, während ein anderer Teil im Epineuralsinus verharrt und samt den dort gelegenen Zellen, die den polaren Entodermanhäufungen entstammen, sich in Blutzellen verwandelt.

Wir gehen nun zu einem Stadium über, welches insofern inter-

essant erscheint, als die Gastralherde am Prokto- und Stomodäalende (Fig. 13 u. 5) verschwunden sind und somit die Entodermproliferation an den genannten Stellen aufgehört hat. An medianen, dorsoventralen Längsschnitten treffen wir am Stomo- und Proktodäalende oft gar keine Entodermzellen an, dagegen in manchen Fällen sind hier Entodermzellen zu finden, die sich den Grenzlamellen anlegen oder etwas ventral am Dotter als inselartige Mitteldarmanlagen (Fig. 13 u. 14) erscheinen. In der ganzen mittleren Keimstreifspartie sind dafür reichlich Entoderminseln (Fig. 18) vorhanden, die sich durch Zellenteilungen vergrößern, miteinander verschmelzen und den Dotter von der Ventralseite bedecken. Links und rechts finden wir an Paramedianschnitten im Anschluß an das Stomo- und Proktodäalende (Fig. 5) die paarigen Entodermschaufeln, welche in diesen Stadien bereits das Aussehen von Streifen angenommen haben und deutlich eine epithelartige Anordnung ihrer Elemente erkennen lassen. Nachdem sich die vom Stomo- und Proktodäum gegen die Mitte heranwachsenden Entodermstreifen miteinander vereinigt haben, nehmen sie allmählich an Breite zu und verschmelzen medianwärts mit den Entoderminseln zu einer Entodermplatte, welche später zu beiden Seiten am Dotter emporwächst und sich dorsal über dem letzteren zu einem Rohre abschließt. Damit ist die Entwicklung des Mitteldarms vollendet.

Das Epithel des frisch entwickelten Mitteldarms ist aus kubischen Zellen (Fig. 3) aufgebaut, welche allmählich eine zylindrische Form annehmen. Der Mitteldarm stellt uns nicht einen blind geschlossenen Sack, wie von anderer Seite behauptet wurde, sondern ein echtes Rohr dar, welches nach vorn und nach hinten an die Grenzlamellen des Vorder- und Hinterdarmes angrenzt. Bald darauf treten alle drei Darmabschnitte miteinander in Verbindung, indem beide Grenzlamellen einer Degeneration unterliegen. Noch vor dem Ausschlüpfen der Larve lassen sich im Bereiche des Mitteldarmepithels Regenerationsvorgänge wahrnehmen, die aus der Insektenmetamorphose bereits hinreichend bekannt sind.

Die Entwicklung des Mitteldarmes fasse ich nochmals kurz zusammen: Während es nach dem Abschlusse der Gastralrinne, längs der ganzen mittleren Keimstreifsregion und im vorderen Kopflappenabschnitte zur Abgrenzung des Entoderms vom Ektoderm kommt, bleiben in der hinteren Kopflappenpartie und unweit vor dem Hinterende des Keimstreifs zwei Proliferationsfelder erhalten, an denen

der Gastrulationsvorgang fortdauert, indem hier noch immer Entodermzellen neugebildet werden. Die Proliferationsfelder, die ich Gastralherde genannt habe und die als Blastoporusreste zu deuten sind, werden nach der Entwicklung des Stomodäums und Proktodäums in die genannten Einstülpungen verlagert und kommen zuletzt am unteren Rande des Stomo- und Proktodäalendes zu liegen, wobei sie während dieser ganzen Verlagerunsvorgänge tätig bleiben und immerfort Entoderm proliferieren. An den zuletzt erwähnten Stellen angelangt, entwickeln sich aus dem seitens ihrer gebildeten Entoderm zwei schaufelartige Mitteldarmanlagen, wonach der Gastrulationsvorgang eingestellt wird und am Stomo- und Proktodäalende eine deutliche Grenze zwischen Ekto- und Entoderm zu finden ist. Gleichzeitig mit dem Erscheinen der schaufelartigen Mitteldarmanlagen läßt sich in der mittleren Partie des Keimstreifs das median gelegene Entoderm in einzelne Zellen auf, von denen viele an den Dotter heranwandern und seine Ventralseite inselartig besetzen. Jede Entodermschaufel differenziert sich zunächst in zwei lateral gelegene Streifen, die von vorn und hinten gegen die Mitte wachsen und sich hier miteinander wie auch medianwärts mit den inselartigen Mitteldarmanlage zu einer Platte vereinigen. Diese Platte umwächst den Dotter und gelangt an der Dorsalseite zum Abschluß, womit die Mitteldarmentwicklung vollendet ist.

Auf Grund meiner Untersuchungen an *Gastroidea* bin ich zu dem Schlusse gelangt, daß sich der Mitteldarm in unserem Falle multipolar, und zwar aus zwei Entodermschaufeln und aus mehreren Entoderminseln entwickelt, und daß er somit ein reines Entodermprodukt ist, wobei eine Beteiligung des Ektoderms vollkommen ausgeschlossen ist.

5. Einige Bemerkungen zur Frage über die Gastrulation und die Mitteldarmentwicklung bei den Insekten.

Ich habe schon in meiner Arbeit über die Lepidopteren Gelegenheit gehabt, zu der Heymons'schen theoretischen Deutung des Gastrulationsvorganges bei den Insekten Stellung zu nehmen, wobei ich mit ihm die Entwicklung des s. g. Blastoderms als erste Gastrulationsphase betrachte, während ich die zweite Gastrulationsphase von ihm abweichend, in der Differenzierung des unteren Blattes erblicke. Anderseits habe ich in meiner Arbeit über Donacia, auf Grund

der einschlägigen Literatur, alle Formen zusammengestellt, denen auch *Donacia* und *Gastroidea* zuzuzählen sind und bei welchen man im Bereiche des frisch entwickelten sogenannten Blastoderms einige Zellenbezirke unterscheiden kann, die als Anlagen der später zur Differenzierung gelangenden Keimblätter gedeutet werden müssen. Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Entwicklung einer Mittelplatte und zweier Seitenplatten unter den Insekten eine verhältnismäßig weit verbreitete Erscheinung ist und daß sie sich bei verschiedenen Formen findet, die zu phylätisch älteren und jüngeren Insektengruppen (Orthopteren, Coleopteren, Hymenopteren) gehören. Ich möchte nun hier an einige, an einer anderen Stelle gemachten und die zweite Gastrulationsphase betreffenden Erörterungen erinnern und dabei näher auf den morphologischen Wert der Mittelplatte eingehen.

Aus dem Vergleich der Vorgänge, die sich am Cumulus bei den Myriopoden abspielen, mit den Differenzierungsprozessen, die bei den Insekten längs der Keimstreifsmediane zu beobachten sind, versuchte ich, vom rein morphologischen Standpunkte, den Beweis zu erbringen, daß die Entwicklung des unteren Blattes als Gastrulationsvorgang zu deuten und das untere Blatt somit als primäres Entoderm zu betrachten ist. Meine Annahme stützte ich auf die Tatsachen, daß am Cumulus primitivus bei den Myriopoden (Heymons: Scolopendra) ein mächtiger Zellenhaufen proliferiert wird, aus dem sich, beim gleichzeitigen Längewachstum des Keimstreifs nach vorn, allmählich zwei laterale Mesodermstreifen und ein über ihnen und auch, was mir wichtig erscheint, median zwischen ihnen gelagertes Entoderm herausdifferenziert, wobei die Entodermbildung gar nicht auf den Cumulus beschränkt ist, sondern auch teilweise in den vorderen Partien des Keimstreifes stattfinden kann. Da aus dem undifferenzierten Zellenhaufen am Cumulus sowohl Meso- wie auch Entodermzellen hervorgehen, fühlte ich mich berechtigt, auf ähnliche Verhältnisse aus der Entwicklung anderer Tiergruppen gestützt, ihn als primäres Entoderm zu bezeichnen. Ganz ähnlich wie bei den Myriopoden am Cumulus, kommt es am Insektenkeimstreif längs seiner Mediane zur Entwicklung eines Zellenstranges, welcher zuerst aus undifferenzierten Zellen aufgebaut ist und unter das Ektoderm verdrängt wird; danach zerfällt er in eine mediane und zwei lateral gelegene Platten, seine Differenzierung stimmt also vollkommen mit derjenigen, welche bei den Myriopoden, von

dem Cumulus ausgeht, überein. Auch wenn wir nun ganz von der künftigen, weiteren Entwicklung aller drei Zellenstreifen absähen, so scheint ihr morphologischer Wert aus dem Vergleich mit den Vorgängen bei Myriopoden schon genügend bewiesen zu sein: sie können nämlich nur als sekundäres Entoderm und Mesoderm gedeutet werden, während der undifferenzierte Zellenstrang, respektive Zellenplatte, welcher sie entstammen, als primäres Entoderm zu bezeichnen ist. Gewisse Unterschiede in der Entwicklung des unteren Blattes bei Myriopoden und Insekten scheinen mir von untergeordneter Bedeutung zu sein, wobei sie leicht aus der Entwicklung des Keimstreifes bei den ersteren und letzteren erklärt werden können: Bei den Myriopoden ist der Keimstreif zuerst ganz kurz und somit kann auch das primäre Entoderm zuerst nur auf einer kleinen Stelle proliferiert werden und sich erst später bei fortschreitendem Längewachstum des Keimes in die bekannten Produkte differenzieren: dagegen bei den Pterygoten ist der Keimstreif von Anfang an viel länger, und Hand in Hand damit entwickelt sich auch das primäre Entoderm auf einer längeren Strecke. Wir haben hier also nur mit quantitativen Unterschieden zu tun, während das wesentliche bei beiden Tiergruppen gleich bleibt. Erwähnt sei noch, daß die Entwicklungsvorgänge bei den Apterygoten (*Lepisma*) auch diese Unterschiede schön überbrücken, da bei den letzteren der Keimstreif zuerst auch kurz und ovalförmig ist und im Zusammenhang damit auch die Entwicklung des unteren Blattes viel Ähnlichkeit mit den nämlichen Vorgängen bei Myriopoden zeigt. Deuten wir also mit Heymons den Cumulus der Myriopoden als einen soliden Blastoporus und die Vorgänge, die sich an ihm abspielen, als Gastrulation, so müssen wir die Entwicklung des unteren Blattes bei den Insekten auch als einen Gastrulationsvorgang auffassen, wobei die Anwesenheit oder Abwesenheit einer medianen Rinne Nebensache ist. Halten wir aber an dieser Annahme fest, so müssen wir weiter die Mittelplatte, aus der fast ausschließlich das untere Blatt bei den meisten Insekten (mit Ausnahme von *Gryllotalpa*) hervorgeht, als eine Entodermanlage ansehen, die schon weit früher zum Vorschein kommt, bevor noch die zweite Gastrulationsphase begonnen hat. Da an den Seiten der Mittelplatte, bei einigen Formen (Wheeler: *Doryphora*, Lecaillon: *Clytra*, Heider: *Hydrophilus*, Graber: *Lina*, Carriere: *Chalicodoma*, Hirschler: *Donacia* und *Gastroidea*) mehr oder weniger stark entwickelte

Wülste beschrieben worden sind, können wir diese auch als prädisponierte Blastolabia ansehen, die bei vielen Insekten nach dem Abschluß der Gastrulation miteinander verwachsen und ihre Zellenproliferation einstellen, während sie bei manchen Formen, wie *Chalicodoma* und *Gastroidea*, auf einer kleinen Strecke vorn und hinten am Keimstreif fortdauernd tätig bleiben und die zuvor beschriebenen Gastralherde begrenzen.

Beurteilen wir das untere Blatt nach seinen Produkten, so erweist sich sein entodermaler Charakter auch als vollkommen klar, indem eine Reihe von Forschern in den letzten Jahren und auch vorher daraus das Mitteldarmepithel herleiteten. Diesen Ergebnissen sind die Angaben Heymons', Schwartzes, Deegeners, Lecaillons und Friederichs' entgegenzustellen, die das Mitteldarmepithel als ein ektodermales Produkt ansehen und es aus dem Boden der Stomo- und Proktodäaleinstülpung hervorwuchern lassen. Vielleicht wird mir Heymons, so wie Schwangart den Vorwurf machen, ich richte mir die Sache zu bequem ein, indem ich den zuletzt erwähnten Angaben nicht zustimmen will; dennoch scheint mir mein Bedenken berechtigt zu sein, und ich weise hier vor allem auf die Untersuchungen Nusbaums u. Fuliński's an *Phyllodromia* hin, wo gegen Heymons die entodermale Herkunft des Mitteldarmes bewiesen wurde; ich erinnere weiter an die Untersuchungen von Schwangart und an die meinigen, die jenen von Schwartze und Toyama entgegenzustellen sind, und an meine neuerdings an *Donacia* und *Gastroidea* angestellten Studien, wo ich gegen Lecaillon und Friederichs auch die entodermale Herkunft des Mitteldarmes überzeugend nachweisen konnte. Angesichts dessen, bleibt mir nur der einzige Schluß möglich, den Mitteldarm der Insekten als ein entodermales Produkt anzusehen, welches seine Entwicklung den Entodermzellen des unteren Blattes verdankt, wobei ich von einem Anteile der Dotterzellen, was Schwangart bei *Endromis* angenommen hat, auf Grund meiner Untersuchungen an Lepidopteren-Embryonen nichts bemerken konnte. Ob die Annahmen eines „latenten Entoderms", wie es Heider tut, oder zweier heterochronischer Varianten zwischen der Entwicklung des unteren Blattes und des Stomo- und Proktodäums im Sinne Heymons', die Meinungsverschiedenheiten zu schlichten imstande sind, lasse ich, angesichts ihres rein hypothetischen Charakters, unentschieden.

Fassen wir dagegen alle Fälle, wo die entodermale Herkunft des Mitteldarmes sicher bewiesen ist, zusammen, so können wir derzeit hinsichtlich seiner Entwicklung etwa zwei Typen unterscheiden: 1) Der Mitteldarm entwickelt sich aus dem Entoderm, welches noch vor der Anlage des Stomo- und Proktodäums überall deutlich gegen das Ektoderm abgegrenzt ist (*Catocala, Donacia*), 2) oder es bleiben während seiner Entwicklung Gastralherde bestehen, die in verschiedene Beziehungen zu den Stomo- und Proktodäaleinstülpungen treten können und sich an seinem Aufbau lebhaft beteiligen. Gastralherde kommen entweder dauernd an dem hinteren Rande des Stomodäums zu liegen (Nusbaum und Fuliński: *Phyllodromia*), oder sie nehmen die zuletzt erwähnte Lage ein und werden nächstens in den Bereich des Stomo- und Proktodäums bis auf ihren Boden verschoben (*Chalicodoma, Gastroidea*), wo sie noch immer tätig bleiben und die schaufelartigen Mitteldarmanlagen entwickeln. Der zuletzt genannte Fall scheint uns ziemlich interessant zu sein, denn wir treffen hier an älteren Stadien, am Boden des Stomo- und Proktodäums Wucherungsstellen an, die viel Ähnlichkeit mit den betreffenden Bildern Heymons' zeigen. Es wäre nun sehr erwünscht, die seitens Heymons', Schwartzes u. a. untersuchten Formen einer Nachuntersuchung zu unterziehen, wobei es sich vielleicht herausstellen würde, daß auch in diesen Fällen die Wucherungsstellen am Prokto- und Stomodäum auf Gastralherde zurückzuführen seien.

Hinsichtlich der Literaturangaben verweise ich auf meine Donacia-Arbeit, die bald in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie erscheinen wird.

Aus dem Zoolog. Institute d. Universität Lemberg.

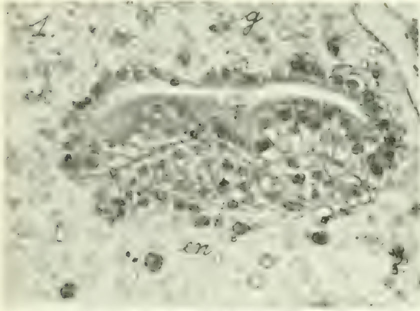
Erläuterung der Tafel IV.

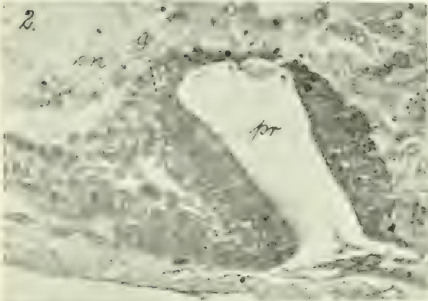
Sämtliche Figuren sind 330-fach vergrößert.

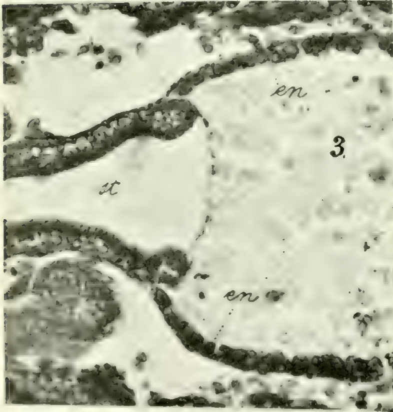
Die Buchstaben bezeichnen auf allen Figuren dasselbe.

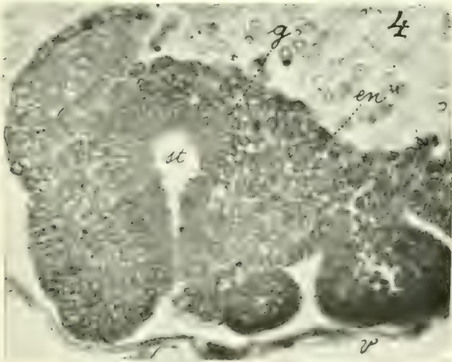
ek — Ektoderm
en — Entoderm
es — entodermaler Mittelstrang
g — Gastralherd
m — Mesoderm
pr — Proktodäum
sp — Stomodäalplatte
st — Stomodäum
v — Ventralseite

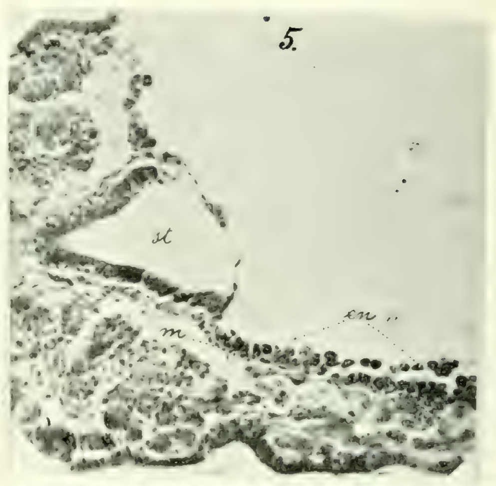
Fig. 1. Querschnitt durch das Hinterende des Keimstreifs mit dem Gastralherd.

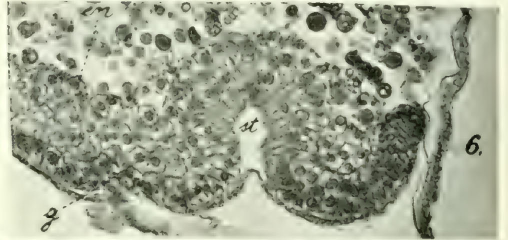


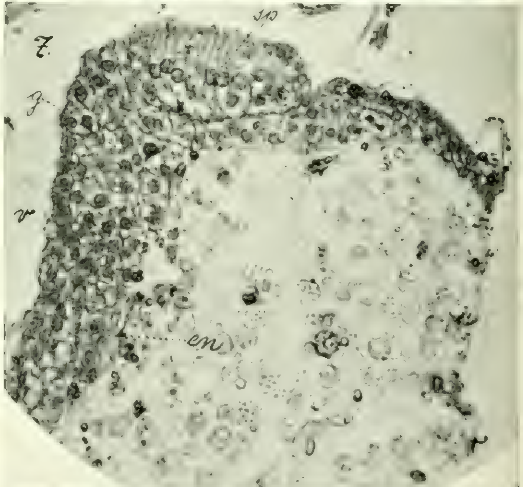


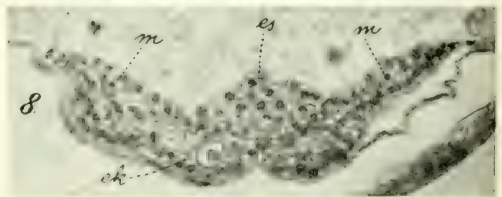






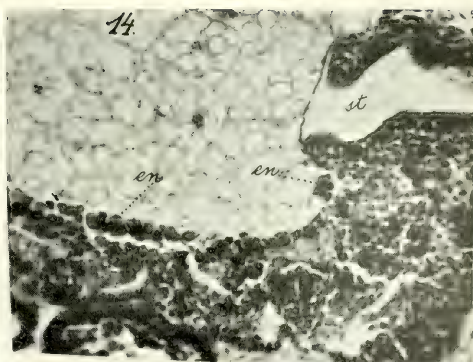


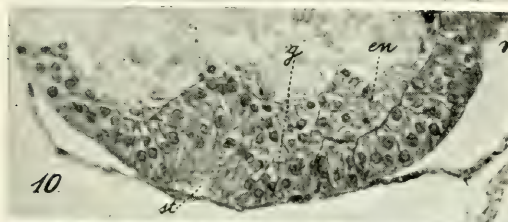


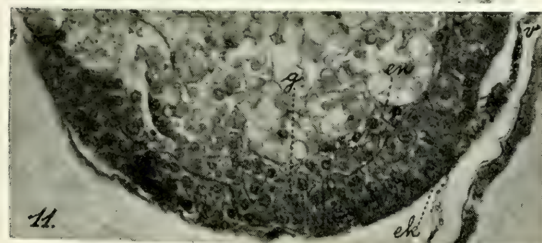


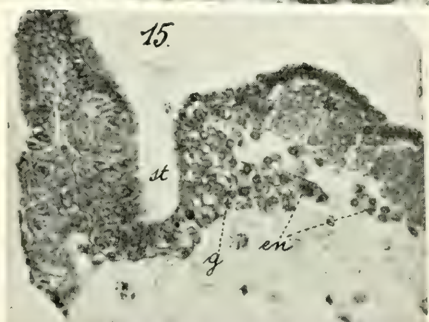
J. Hirschler.

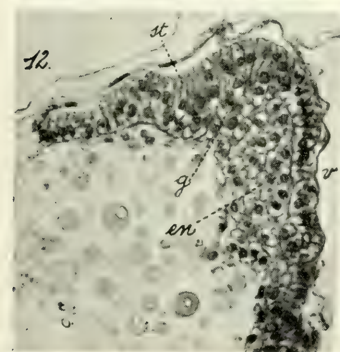






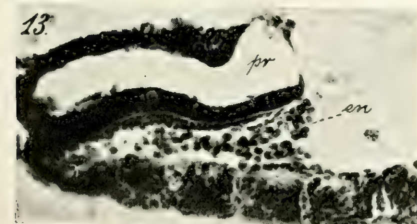


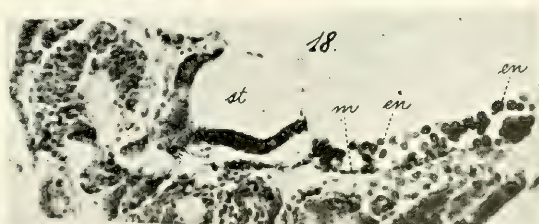












Druk. Uniw. Jagiell.

Fig. 2. Medianschnitt durch ein ziemlich stark ausgewachsenes Proktodäum welches Entoderm vom Gastralherde proliferiert.

Fig. 3. Bruchstück von einem Medianschnitte durch einen fast vollkommen entwickelten Embryo; die Vereinigungsstelle des Vorderdarms mit dem Mitteldarm.

Fig. 4. Medianschnitt durch ein ziemlich stark ausgewachsenes Stomodäum, an welchem der Gastralherd Entoderm proliferiert.

Fig. 5. Paramedianschnitt durch ein Stomodäum und die angrenzenden Keimstreifspartien.

Fig. 6. Paramedianschnitt durch ein Stomodäum, dessen hintere Wand mit dem Entoderm zusammenhängt.

Fig. 7. Medianschnitt durch den vorderen Teil eines Keimstreifs; man findet hier die Stomodäalplatte und den dahinter gelegenen Gastralherd.

Fig. 8. Querschnitt durch die Thorakalregion eines Keimstreifs; das untere Blatt erscheint hier in eine mediane, entodermale Zellenanhäufung und in beiderseits gelegene Mesodermplatten differenziert.

Fig. 9. Medianschnitt durch den vorderen Teil eines jungen Keimstreifs; die eben angelegte Stomodäaleinstülpung ist überall gegen das Entoderm abgegrenzt.

Fig. 10. Paramedianschnitt durch den vorderen Keimstreifsabschnitt, derselben Serie angehörig wie der Medianschnitt auf Fig. 9.; die Stomodäaleinstülpung hängt nach hinten mit dem Gastralherde zusammen.

Fig. 11. Ein mehr seitlich gelegener Paramedianschnitt, wie der auf Fig. 10 abgebildete; am vorderen Eipol ist hier der Gastralherd zu sehen, an welchem beide Keimblätter, Ekto- und Entoderm ineinander übergehen.

Fig. 12. Paramedianschnitt durch den vorderen Keimstreifsabschnitt; die Stomodäalplatte erscheint etwas eingestülpt und hängt nach hinten mit dem Gastralherde zusammen.

Fig. 13. Medianschnitt durch ein ziemlich ausgewachsenes Proktodäum, an dessen Ende zahlreiche Entodermzellen anzutreffen sind.

Fig. 14. Medianschnitt durch ein ziemlich stark ausgewachsenes Stomodäum und die angrenzenden Keimstreifspartien; unweit vom unteren Rande des Stomodäalendes und etwas weiter gegen die Mitte des Keimstreifs liegen am Dotter Entoderminseln.

Fig. 15. Medianschnitt durch ein Stomodäum mit der entodermalen Mitteldarmanlage (*en*); weiter gegen die Mitte trifft man am Dotter eine Entoderminsel an.

Fig. 16. Medianschnitt durch den vorderen Keimstreifsabschnitt; das noch ganz seichte Stomodäum ist überall gegen das Entoderm abgegrenzt.

Fig. 17. Medianschnitt durch ein Stomodäum, dessen hintere Wand undeutlich gegen das Entoderm abgegrenzt ist.

Fig. 18. Medianschnitt durch das Stomodäalende und die nächste Umgebung; am Dotter sind zahlreiche Entoderminseln zu sehen, die teilweise miteinander verschmelzen und von unten von dem splanchnischen Mesoderm umfaßt werden.

Errata.

Page 46 ligne 6 *lire* auf Veranlassung *au lieu de* auf Verlangen
Page 53 ligne 2 (en Note) *lire* Entwickelungsweise *au lieu de* Entwickelungsmethode.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

4 Marca 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

B). Sciences biologiques.

* Ce mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 3. MARS. 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislas Natanson,**
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

Nº 3. Mars. 1909.

LIB NEW BOTA GAR

Séance du lundi 1 Mars 1909.

Présidence de M. ED. JANCZEWSKI.

18. *O podobnych odwzorowaniach powierzchni. — Über konforme Abbildungen der Flächen.* — Mémoire de M. *K. ŻORAWSKI* m. c.

In der Abhandlung: „Zur Invariantentheorie der Differentialformen zweiten Grades“ [1]) haben wir uns unter anderem mit der Aufstellung aller Differentialinvarianten und aller Differentialparameter einer binären quadratischen Differentialform beschäftigt und dieselben in einer Form erhalten, welche die geometrische Bedeutung der Invarianten unmittelbar angibt. Es sind dabei die einzelnen Invarianten dieses Gesamtsystems in der Weise gewählt worden, daß sowohl die Ordnungen der höchsten in denselben vorkommenden Differentialquotienten der Koeffizienten der Differentialform, wie auch die Ordnungen der höchsten in denselben vorkommenden Differentialquotienten der willkürlichen Funktion auf möglichst niedrige Zahlen gebracht sind. Der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung besteht hauptsächlich darin, von diesem Gesamtsysteme ein System aller derartigen Invarianten abzusondern, welche bei konformen Abbildungen unverändert bleiben. Es ist klar, daß sich dabei keine Differentialinvarianten, d. h. keine derartigen Invarianten erhalten lassen, welche bloß von den Koeffizienten der Differentialform und den Ableitungen derselben abhängig wären, weil jede

[1]) Leipziger Berichte (Math. Phys. Klasse) Band LIX. S. 160—186.

JUL 22 1909

Fläche auf jede andere konform abgebildet werden kann. Man erhält aber ein System von Differentialparametern, und es genügt nicht, eine einzige willkürliche Funktion zu betrachten, weil in dem gegenwärtigen Falle Differentialparameter existieren, welche von den Differentialquotienten zweier willkürlicher Funktionen abhängig sind und sich durch Differentialparameter mit einer einzigen willkürlichen Funktion nicht ausdrücken lassen. Es werden daher in der gegenwärtigen Abhandlung alle Differentialparameter der konformen Abbildungen von Flächen mit zwei willkürlichen Funktionen aufgestellt. Es wird auch untersucht, welche von diesen Differentialparametern nur von den Eigenschaften der durch Konstantensetzung von willkürlichen Funktionen entstehenden Kurvenscharen und nicht von anderen Eigenschaften dieser Funktionen abhängig sind.

In den drei ersten Nummern des Aufsatzes werden explizite die Transformationsformeln abgeleitet, welche für Differentialparameter und Differentialinvarianten niedrigster Ordnungen der binären quadratischen Differentialform bei konformen Abbildungen bestehen. Bei der Ausführung der Rechnungen werden die Bezeichnungen benutzt, die wir in der oben zitierten Abhandlung gebraucht haben, und es werden diese Rechnungen unter Benutzung allgemeiner Koordinatenlinien in der Weise geführt, daß in den bezüglichen Formeln fast ausschließlich die Differentialparameter der quadratischen binären Differentialform auftreten.

Auf die Literatur der konformen Abbildungen von Flächen gehen wir im allgemeinen nicht ein. Es handelt sich hier um Eigenschaften derjenigen Transformationsformeln, welche bei diesen Abbildungen von Flächen für Differentialinvarianten und Differentialparameter quadratischer Differentialformen bestehen. In bezug darauf nennen wir die vor kurzem erschienene Abhandlung von Herrn Voss[1], wo unter vielen anderen Betrachtungen die Transformationsformeln für das Gauss'sche Krümmungsmaß und für geodätische Krümmung auftreten. In dieser Arbeit werden dabei explizite die geodätischen Kontingenzwinkel gebraucht, auf welche in unserer Darstellung nicht eingegangen wird. Bezüglich der älteren Literatur über diesen Gegenstand kann auf die Angaben der

[1]) Sitzungsberichte der math. phys. Klasse der k. B. Akademie der Wiss. zu München 1907. S. 77—112.

genannten Arbeit von Voss und noch mehr auf dessen Abhandlung: „Abbildung und Abwicklung zweier Flächen aufeinander“, welche in der Enzyklopädie der math. Wiss. [1]) erschienen ist, verwiesen werden.

1. Es seien zwei reelle Flächen S und S' und man nehme an, daß die Koordinaten dieser Flächen durch ein und dasselbe Paar willkürlicher Parameter u_1, u_2 reell ausgedrückt sind. Damit ist eine Abbildung dieser Flächen aufeinander festgelegt. Es seien:

$$\begin{aligned} ds^2 &= a_{11}\, du_1^2 + 2a_{12}\, du_1\, du_2 + a_{22}\, du_2^2, \\ ds'^2 &= a'_{11}\, du_1^2 + 2a'_{12}\, du_1\, du_2 + a'_{22}\, du_2^2 \end{aligned} \tag{1}$$

Quadrate der Linienelemente dieser Flächen, wo rechter Hand Differentialformen stehen, deren Diskriminanten nicht identisch gleich Null sind. Der Realität zufolge ist keiner von den Koeffizienten bei du_1^2 und du_2^2 identisch gleich Null. Die festgelegte Abbildung ist konform, wenn man eine solche Funktion $\varrho\ (u_1, u_2)$ finden kann, daß die identische Beziehung:

$$ds'^2 = \varrho^2\, ds^2 \tag{2}$$

besteht. Dies ist dann und nur dann möglich, wenn alle Determinanten zweiten Grades der Matrix:

$$\begin{Vmatrix} a_{11}, & a_{12}, & a_{22} \\ a'_{11}, & a'_{12}, & a'_{22} \end{Vmatrix}$$

identisch gleich Null sind. Wenn man dabei voraussetzt, daß die Werte der Quadratwurzeln so gewählt sind, daß die Beziehung:

$$\sqrt{a_{11}}\,\sqrt{a'_{22}} - \sqrt{a_{22}}\,\sqrt{a'_{11}} = 0$$

besteht, so wird ϱ die Relationen:

$$\sqrt{a'_{11}} = \varepsilon\varrho\sqrt{a_{11}}\,, \quad a'_{12} = \varrho^2 a_{12}\,, \quad \sqrt{a'_{22}} = \varepsilon\varrho\sqrt{a_{22}} \tag{3}$$

befriedigen müssen, wo $\varepsilon = \pm 1$. Insbesondere können wir alle hier auftretenden Quadratwurzeln positiv voraussetzen und dabei die Linienelemente der Koordinatenlinien auf der Fläche S durch die Formeln:

$$ds_1 = \sqrt{a_{11}}\, du_1\,, \quad ds_2 = \sqrt{a_{22}}\, du_2$$

und auf der Fläche S' durch die Formeln:

[1]) Band III$_3$, insbesondere S. 364 u. ff.

$$ds'_1 = \sqrt{a'_{11}}\, du_1, \quad ds'_2 = \sqrt{a'_{22}}\, du_2$$

bestimmt denken. Alsdann hat man die Beziehungen:

$$(4) \qquad ds'_1 = \varepsilon\varrho\, ds_1, \quad ds'_2 = \varepsilon\varrho\, ds_2.$$

In der Folge werden wir die Beziehungen (3) und (4) zur Ableitung mehrerer Relationen in Anwendung bringen.

Wir wollen für die Fläche S die Bezeichnungen:

$$p_1 = -\frac{d\log\sqrt{a_{11}}}{ds_2}, \qquad p_2 = \frac{d\log\sqrt{a_{22}}}{ds_1},$$

$$\cos\theta = \frac{a_{12}}{\sqrt{a_{11}}\sqrt{a_{22}}}, \qquad \sin\theta = \frac{\sqrt{a_{11}\,a_{22} - a_{12}^2}}{\sqrt{a_{11}}\sqrt{a_{22}}},$$

$$q_1 = \frac{p_1 + p_2\cos\theta}{\sin\theta}, \qquad q_2 = \frac{p_2 + p_1\cos\theta}{\sin\theta},$$

$$g_1 = q_1 - \frac{d\theta}{ds_1}, \qquad g_2 = q_2 + \frac{d\theta}{ds_2}$$

gebrauchen und dabei voraussetzen, daß die Quadratwurzel $\sqrt{a_{11}\,a_{22} - a_{12}^2}$ positiv gewählt wird und daß in der Tangentialebene der Fläche S derjenige Sinn der Drehungen als positiv angenommen wird, in welchem man ds_1 um einen Winkel, der kleiner als zwei Rechte ist, drehen muß, damit ds_1 mit ds_2 zusammenfalle. Die zwei letzten Formeln bestimmen die geodätischen Krümmungen der Koordinatenlinien. Für die Fläche S' werden wir Bezeichnungen benutzen, die sich von den analogen Bezeichnungen für die Fläche S bloß durch den Akzent unterscheiden. Dabei könnnen wir voraussetzen, daß der Wert der Quadratwurzel $\sqrt{a'_{11}\,a'_{22} - a'^2_{12}}$ positiv genommen wird und daß für die Fläche S' die analoge Bestimmung des Sinnes der Drehungen in der Tangentialebene gewählt wird. Wir wollen noch die Bezeichnung:

$$\tau = \varepsilon\frac{1}{\varrho}$$

benutzen und wir sehen zunächst, daß die Beziehungen:

$$p'_1 = \tau p_1 + \frac{d\tau}{ds_2}, \qquad p'_2 = \tau p_2 - \frac{d\tau}{ds_1},$$

$$\cos\theta = \cos\theta', \qquad \sin\theta = \sin\theta'$$

bestehen. Für die Folge setzen wir nun voraus, daß τ keine Konstante ist.

Wenn man die Größe:

$$\frac{d\tau}{dn_\tau} = \frac{\sqrt{\left(\frac{d\tau}{ds_1}\right)^2 + \left(\frac{d\tau}{ds_2}\right)^2 - 2\cos\theta\,\frac{d\tau}{ds_1}\,\frac{d\tau}{ds_2}}}{\sin\theta} \tag{5}$$

einführt, wo die Quadratwurzel wieder einen bestimmten, in reellen Fällen positiven Wert besitzt, und die Größen:

$$\lambda_\tau = \frac{\frac{d\tau}{ds_2}}{\frac{d\tau}{dn_\tau}\sin\theta}, \qquad \mu_\tau = -\frac{\frac{d\tau}{ds_1}}{\frac{d\tau}{dn_\tau}\sin\theta},$$
$$\bar{\lambda}_\tau = \frac{\frac{d\tau}{ds_1} - \frac{d\tau}{ds_2}\cos\theta}{\frac{d\tau}{dn_\tau}\sin^2\theta}, \qquad \bar{\mu}_\tau = \frac{\frac{d\tau}{ds_2} - \frac{d\tau}{ds_1}\cos\theta}{\frac{d\tau}{dn_\tau}\sin^2\theta} \tag{6}$$

in Anwendung bringt, so werden durch die Formeln:

$$\frac{df}{ds_\tau} = \lambda_\tau \frac{df}{ds_1} + \mu_\tau \frac{df}{ds_2}, \qquad \frac{df}{dn_\tau} = \bar{\lambda}_\tau \frac{df}{ds_1} + \bar{\mu}_\tau \frac{df}{ds_2} \tag{7}$$

Ableitungen der Funktionen $f(u_1, u_2)$ nach Bogenlängen der Kurven $\tau = \text{const.}$ und deren orthogonalen Trajektorien festgelegt. Die Vorzeichen sind hier so gewählt, daß dn_τ mit ds_τ den Winkel $+\frac{\pi}{2}$ bildet. Man sieht leicht, daß die zweite Formel (7) mit der Bezeichnung (5) übereinstimmt. Es ergeben sich nun leicht die Formeln:

$$q'_1 = \tau q_1 + \bar{\mu}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}\sin\theta, \qquad q'_2 = \tau q_2 - \bar{\lambda}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}\sin\theta,$$
$$g'_1 = \tau g_1 + \bar{\mu}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}\sin\theta, \qquad g'_2 = \tau g_2 - \bar{\lambda}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}\sin\theta, \tag{8}$$

welche wir in der Folge in Anwendung bringen werden. Man beachte noch, daß die hier angeführten Formeln und Relationen auch in imaginären Fällen in Anwendung gebracht werden können. Man muß aber dabei voraussetzen, daß keine von den Kurvenscharen $u_1 = \text{const.}$, $u_2 = \text{const.}$ und $\tau(u_1, u_2) = \text{const.}$ eine Schar von Minimalkurven ist und daß die Werte der Quadratwurzeln in Übereinstimmung mit den angeführten Relationen gewählt werden.

2. Man betrachte nun eine Funktion $\varphi(u_1, u_2)$. Wir setzen voraus, daß die Kurvenschar:

$$\varphi(u_1, u_2) = \text{const.} \tag{9}$$

nicht eine Schar von Minimalkurven ist, wobei es klar ist, daß sich diese Voraussetzung gleichzeitig auf beide Flächen bezieht. Man kann analog wie für die Funktion τ die Größen:

$$\frac{d\varphi}{dn_\varphi} = \frac{\sqrt{\left(\frac{d\varphi}{ds_1}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{ds_2}\right)^2 - 2\cos\theta \frac{d\varphi}{ds_1}\frac{d\varphi}{ds_2}}}{\sin\theta},$$

$$\lambda_\varphi = \frac{\frac{d\varphi}{ds_2}}{\frac{d\varphi}{dn_\varphi}\sin\theta}, \qquad \mu_\varphi = -\frac{\frac{d\varphi}{ds_1}}{\frac{d\varphi}{dn_\varphi}\sin\theta}.$$

$$\bar{\lambda}_\varphi = \frac{\frac{d\varphi}{ds_1} - \frac{d\varphi}{ds_2}\cos\theta}{\frac{d\varphi}{dn_\varphi}\sin\theta}, \qquad \bar{\mu}_\varphi = \frac{\frac{d\varphi}{ds_2} - \frac{d\varphi}{ds_1}\cos\theta}{\frac{d\varphi}{dn_\varphi}\sin\theta}$$

einführen und man wird alsdann die Formeln:

$$\frac{df}{ds_\varphi} = \lambda_\varphi \frac{df}{ds_1} + \mu_\varphi \frac{df}{ds_2}, \qquad \frac{df}{dn_\varphi} = \bar{\lambda}_\varphi \frac{df}{ds_1} + \bar{\mu}_\varphi \frac{df}{ds_2}$$

haben, welche den Formeln (7) völlig analog sind. Die geodätischen Krümmungen der Kurven (9) und deren orthogonalen Trajektorien können für die Fläche S' durch die Formeln:

$$g_\varphi = \frac{d\omega_\varphi}{ds_\varphi} + g_1 \lambda_\varphi + g_2 \mu_\varphi,$$

$$g_\varphi = \frac{d\omega_\varphi}{dn_\varphi} + g_1 \bar{\lambda}_\varphi + g_2 \bar{\mu}_\varphi$$

bestimmt werden, wo ω_φ den Winkel bezeichnet, welchen ds_φ mit ds_1 bildet. Für die Funktion $\varphi(u_1, u_2)$ auf der Fläche S' können unter Benutzung des Akzentes analoge Bestimmungen angenommen werden.

Wenn man außer $\varphi(u_1, u_2)$ noch eine zweite Funktion $\psi(u_1, u_2)$ betrachtet, so können für dieselben völlig analoge Bezeichnungen und Formeln auf beiden Flächen angenommen werden. Außer denselben

wollen wir aber noch den Winkel, welchen ds_ψ mit ds_φ bildet, mit $\Omega_{\varphi,\psi}$ bezeichnen und noch die Größen:

$$g_{\varphi,\psi} = \left(g_1 + \frac{d\omega_\varphi}{ds_1}\right)\lambda_\psi + \left(q_2 + \frac{d\omega_\varphi}{ds_2}\right)\mu_\psi;$$

$$g_{\psi,\varphi} = \left(g_1 + \frac{d\omega_\psi}{ds_1}\right)\lambda_\varphi + \left(q_2 + \frac{d\omega_\psi}{ds_2}\right)\mu_\varphi$$

in Betracht ziehen, wobei bemerkt werden muß, daß diese letzteren von den früher erwähnten nicht unabhängig sind, weil die Identitäten:

$$g_{\varphi,\psi} = g_\varphi \cos\Omega_{\varphi,\psi} + \overline{g}_\varphi \sin\Omega_{\varphi,\psi},$$

$$g_{\psi,\varphi} = g_\psi \cos\Omega_{\varphi,\psi} - \overline{g}_\psi \sin\Omega_{\varphi,\psi}$$

bestehen. Analoges gilt für die Fläche S'.

Auf Grund der Betrachtungen, die unter 1. ausgeführt waren, finden für eine beliebige Funktion $f(u_1, u_2)$ die Beziehungen:

$$\frac{df}{ds'_\varphi} = \tau\frac{df}{ds_\varphi}, \qquad \frac{df}{dn'_\varphi} = \tau\frac{df}{dn_\varphi} \tag{10}$$

statt, und auf Grund der zweiten derselben hat man:

$$\frac{d\varphi}{dn'_\varphi} = \tau\frac{d\varphi}{dn_\varphi}.$$

Diese Beziehungen bestehen auch dann, wenn man φ durch ψ ersetzt. Ferner hat man auch:

$$\cos\Omega_{\varphi,\psi} = \cos\Omega'_{\varphi,\psi}, \qquad \sin\Omega_{\varphi,\psi} = \sin\Omega'_{\varphi,\psi},$$

und es kann in allen diesen Beziehungen statt φ oder ψ die Funktion τ gesetzt werden.

Um nun weitere Beziehungen zu erhalten, werden wir die Formeln (8) in Anwendung bringen. Diese Beziehungen bleiben bei beliebiger Variabelnänderung invariant. Wir können daher insbesondere u_1 durch $\varphi(u_1, u_2)$ und u_2 durch $\psi(u_1, u_2)$ ersetzen und auf diese Weise erhalten wir die Relationen:

$$\begin{aligned} g'_{\psi,\varphi} &= \tau g_{\psi,\varphi} + \frac{d\tau}{dn_\tau}\cos\Omega_{\tau,\varphi}, \qquad & g'_{\varphi,\psi} &= \tau g_{\varphi,\psi} + \frac{d\tau}{dn_\tau}\cos\Omega_{\tau,\psi}, \\ g'_\varphi &= \tau g_\varphi + \frac{d\tau}{dn_\tau}\cos\Omega_{\tau,\varphi}, & g'_\psi &= \tau g_\psi + \frac{d\tau}{dn_\tau}\cos\Omega_{\tau,\psi} \end{aligned} \tag{11}$$ [1]).

[1]) Man siehe die oben zitierte Abhandlung von Voss S. 93.

Anders können diese Relationen durch direkte Berechnung bezüglicher Größen auch auf Grund der Formeln (8) erhalten werden. Man kann ferner die in erster Zeile von (11) befindlichen Beziehungen durch Beziehungen ersetzen, vermöge welcher die geodätischen Krümmungen g_φ und g_ψ transformiert werden. Es finden nämlich die Relationen:

$$(12) \quad g'_\varphi = \tau g_\varphi - \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin \Omega_{\tau,\varphi}, \qquad g'_\psi = \tau g_\psi - \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin \Omega_{\tau,\psi}$$

statt. Aus den Formeln (11) oder (12) folgt unter anderem der Satz, daß eine Schar von geodätischen Kurven bei der konformen Abbildung dann und nur dann nicht aufhört, aus geodätischen Kurven zu bestehen, wenn die Kurven dieser Schar gleichzeitig auch orthogonale Trajektorien der Kurven $\tau = \text{const.}$ sind. Dieser Satz kann als spezieller Fall eines anderen Satzes betrachtet werden. Es folgt nämlich aus den Relationen, die in erster Zeile von (11) stehen, daß wenn auf der Fläche S die Beziehung $g_{\varphi,\psi} = 0$ besteht, auf der Fläche S' dann und nur dann die Beziehung $g'_{\varphi,\psi} = 0$ stattfindet, wenn die Kurven $\psi = \text{const.}$ orthogonale Trajektorien der Kurven $\tau = \text{const.}$ sind.

3. Um nun weiter zu gehen, werden wir eine allgemeine Formel aufstellen. Man betrachte nämlich eine Funktion $\sigma(u_1, u_2)$. Auf dieselbe können alle Bezeichnungen und Betrachtungen angewendet werden, welche früher in bezug auf ψ und φ angeführt waren. Es ist dabei leicht zu sehen, daß die Formeln:

$$(13) \qquad \frac{df}{ds_\sigma} = \frac{df}{ds_\tau} \cos \Omega_{\tau,\sigma} + \frac{df}{dn_\tau} \sin \Omega_{\tau,\sigma}.$$

$$(14) \qquad g_{\psi,\sigma} = \frac{d\Omega_{\tau,\psi}}{ds_\sigma} + g_\tau \cos \Omega_{\tau,\sigma} + \bar{g}_\tau \sin \Omega_{\tau,\sigma},$$

bestehen. Wenn man nun die zweite Formel der ersten Zeile von (11) nach s_φ differenziert, so ergibt sich zunächst:

$$\frac{dg'_{\varphi,\psi}}{ds'_\varphi} = \tau \left(\tau \frac{dg_{\varphi,\psi}}{ds_\varphi} + \frac{d\tau}{ds_\varphi} g_{\varphi,\psi} + \frac{d^2\tau}{ds_\varphi dn_\tau} \cos \Omega_{\tau,\psi} - \right.$$
$$\left. - \frac{d\tau}{dn_\tau} \frac{d\Omega_{\tau,\psi}}{ds_\varphi} \sin \Omega_{\tau,\psi} \right).$$

Aber durch die Anwendung der Formel (13) erhält man:

$$\frac{d\tau}{ds_\sigma} = \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin \Omega_{\tau,\,\sigma}$$

und durch die Anwendung derselben Formel (13) und der Beziehung:

$$\frac{d^2\tau}{ds_\tau\, dn_\tau} = -\bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}$$

ergibt sich:

$$\frac{d^2\tau}{ds_\sigma\, dn_\tau} = \frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} \sin \Omega_{\tau,\,\sigma} - \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \cos \Omega_{\tau,\,\sigma}\,.$$

Demnach, wenn noch die Formel (14) in Anwendung gebracht wird, erhalten wir das Resultat:

$$\begin{aligned}\frac{dg'_{\varphi,\,\psi}}{ds'_\sigma} = \tau \Big[\tau \frac{dg_{\varphi,\,\psi}}{ds_\sigma} + \frac{d\tau}{dn_\tau} (g_{\varphi,\,\psi} \sin \Omega_{\tau,\,\sigma} - g_{\psi,\,\sigma} \sin \Omega_{\tau,\,\psi}) + \\ + g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin \Omega_{\tau,\,\psi} \cos \Omega_{\tau,\,\sigma} - \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \cos(\Omega_{\tau,\,\psi} + \Omega_{\tau,\,\sigma}) + \\ + \frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} \cos \Omega_{\tau,\,\psi} \sin \Omega_{\tau,\,\sigma} \Big]\,. \qquad (15)\end{aligned}$$

Wenn man hier zunächst $\psi = \sigma = \varphi$ nimmt, so ergibt sich die Formel:

$$\begin{aligned}\frac{dg'_\varphi}{ds'_\varphi} = \tau \Big[\tau \frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{1}{2} \Big(\frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} + g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \Big) \sin 2\,\Omega_{\tau,\,\varphi} - \\ - \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \cos 2\,\Omega_{\tau,\,\varphi} \Big]\,.\end{aligned}$$

Wenn ferner für $\psi =$ const. und $\sigma =$ const. orthogonale Trajektorien der Kurven $\varphi =$ const. genommen werden, und zwar derart, daß man $ds_\psi = ds_\sigma = dn_\varphi$ setzt und für die Fläche S' die analoge Annahme macht, so ergibt sich:

$$\begin{aligned}\frac{d\bar{g}'_\varphi}{dn'_\varphi} = \tau \Big[\tau \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi} - \frac{1}{2} \Big(\frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} + g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \Big) \sin 2\,\Omega_{\tau,\,\varphi} + \\ + \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \cos 2\,\Omega_{\tau,\,\varphi} \Big]\,.\end{aligned}$$

Aus diesen Formeln ergibt sich zunächst der Satz, daß die Gleichung $\frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} = 0$ die Gleichung $\frac{dg'_\varphi}{ds'_\varphi} = 0$ und die Gleichung $\frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi} = 0$ die

Gleichung $\frac{dg'_\varphi}{dn'_\varphi} = 0$ dann und nur dann nach sich zieht, wenn der Winkel $\Omega_{\tau,\varphi}$ die Beziehung:

$$tg\, 2\, \Omega_{\tau,\varphi} = \frac{2\, \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}}{\frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} + g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}}$$

befriedigt. Ferner folgt aus unseren Formeln die einfache Beziehung:

$$\frac{dg'_\varphi}{ds'_\varphi} + \frac{d\bar{g}'_\varphi}{dn'_\varphi} = \tau^2 \left(\frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi} \right),$$

wobei zu bemerken ist, daß wir mit dem hier rechter Hand auftretenden Ausdrucke noch in der Folge zu tun haben werden.

Wir wollen nun in der Formel (15) $\psi = \varphi$ nehmen und die Kurvenschar $\sigma = \text{const.}$ als die Schar der orthogonalen Trajektorien wählen und dabei $ds_\sigma = dn_\varphi$ setzen. Alsdann ergibt sich:

$$\frac{dg'_\varphi}{dn'_\varphi} = \tau \Bigg[\tau \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} + \frac{d\tau}{dn_\tau} (g_\varphi \cos \Omega_{\tau,\varphi} - \bar{g}_\varphi \sin \Omega_{\tau,\varphi}) -$$

$$- g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin^2 \Omega_{\tau,\varphi} + \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin 2\, \Omega_{\tau,\varphi} + \frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} \cos^2 \Omega_{\tau,\varphi} \Bigg].$$

Wenn man ferner $\sigma = \varphi$ nimmt und die Kurvenschar $\psi = \text{const.}$ als die Schar der orthogonalen Trajektorien der Kurven $\varphi = \text{const.}$ in der Weise wählt, daß $ds_\psi = dn_\varphi$ ist, so ergibt sich die Formel:

$$\frac{d\bar{g}'_\varphi}{ds'_\varphi} = \tau \Bigg[\tau \frac{d\bar{g}_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{d\tau}{dn_\tau} (\bar{g}_\varphi \sin \Omega_{\tau,\varphi} - g_\varphi \cos \Omega_{\tau,\varphi}) +$$

$$+ g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \cos^2 \Omega_{\tau,\varphi} + \bar{g}_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \sin 2\, \Omega_{\tau,\varphi} - \frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} \sin^2 \Omega_{\tau,\varphi} \Bigg].$$

Aus diesen beiden Formeln folgt:

$$\frac{dg'_\varphi}{dn'_\varphi} - \frac{d\bar{g}'_\varphi}{ds'_\varphi} = \tau \Bigg[\tau \left(\frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} - \frac{d\bar{g}_\varphi}{ds_\varphi} \right) + 2\, \frac{d\tau}{dn_\tau} (g_\varphi \cos \Omega_{\tau,\varphi} -$$

$$- \bar{g}_\varphi \sin \Omega_{\tau,\varphi}) + \frac{d^2\tau}{dn_\tau^2} - g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} \Bigg]$$

und vermöge einiger Formeln (11) und (12) ergibt sich:

$$g'^2_\varphi + \bar{g}'^2_\varphi = \tau^2 (g^2_\varphi + \bar{g}^2_\varphi) + 2 \frac{d\tau}{dn_\tau} \tau (g_\varphi \cos \Omega_{\tau, \varphi} -$$
$$- \bar{g}_\varphi \sin \Omega_{\tau, \varphi}) + \left(\frac{d\tau}{dn_\tau}\right)^2.$$

Es ist aber

$$K = \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} - \frac{d\bar{g}_\varphi}{ds'_\varphi} - g^2_\varphi - \bar{g}^2_\varphi$$

das Gauss'sche Krümmungsmaß der Fläche S und die analoge Formel gilt für die Fläche S'. Es ergibt sich demnach die Beziehung:

$$K' = \tau^2 K + \tau \left(\frac{d^2\tau}{dn^2_\tau} - g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau}\right) - \left(\frac{d\tau}{dn_\tau}\right)^2,$$

welche man noch anders darstellen kann. Es ist nämlich in der bekannten Bezeichnungsweise:

$$\left(\frac{d\tau}{dn_\tau}\right)^2 = \Delta_1 (\tau), \qquad \frac{d^2\tau}{dn^2_\tau} - g_\tau \frac{d\tau}{dn_\tau} = \Delta_2 (\tau)$$

und weil ferner:

$$\Delta_2 (\log \tau) = \frac{1}{\tau} \Delta_2 (\tau) - \frac{1}{\tau^2} \Delta_1 (\tau),$$

so ergibt sich die bekannte Formel:

$$K' = \tau^2 [K + \Delta_2 (\log \tau)]$$ [1].

Wir unterlassen es nun, weitere Differentiationen der Differentialparameter zu verfolgen, und wenden uns zu der invariantentheoretischen Aufgabe, die wir in der Einleitung dieses Aufsatzes geschildert haben.

4. Außer den Flächen S und S' betrachte man noch die Fläche T' und es sei:

$$dt'^2 = b'_{11} dv_1^2 + 2 b'_{12} dv_1 dv_2 + b'_{22} dv_2^2$$

das Quadrat des Linienelementes dieser Fläche. Wir setzen ferner voraus, daß die Fläche T' mit der Fläche S' isometrisch ist, d. h., daß zufolge einer Transformation:

$$v_1 = v_1 (u_1, u_2), \qquad v_2 = v_2 (u_1, u_2) \tag{16}$$

die Gleichheit:

$$dt'^2 = ds'^2 \tag{17}$$

[1]) Man siehe S. 95 der oben genannten Abhandlung von Voss.

stattfindet. Es wird alsdann

$$(18) \qquad dt'^2 = \varrho^2 ds^2$$

d. h. es sind die Flächen S und T' durch die Transformation (16) aufeinander konform abgebildet.

Anderseits kann die Relation (18) in drei Relationen zerspalten werden und diese Relationen können in Vereinigung mit den Gleichungen (16) als Transformationsgleichungen der Veränderlichen:

$$u_1, \quad u_2, \quad a_{11}, \quad a_{12}, \quad a_{22}$$

in die Veränderlichen:

$$v_1, \quad v_2, \quad b_{11}, \quad b_{12}, \quad b_{22}$$

interpretiert werden. Wenn man dabei voraussetzt, daß die Funktionen v_1, v_2 in (16) und ϱ in (18) willkürlich sind, so wird in dieser Weise eine unendliche Transformationsgruppe definiert.

Diese Transformationsgruppe kann in bezug auf die Differentialquotienten aller Ordnungen der a_{ik} nach den u_i erweitert werden und sie besitzt offenbar keine Differentialinvarianten, weil jede Fläche auf jede andere konform abgebildet werden kann. Wenn man aber gleichzeitig die Invarianzen:

$$(19) \qquad \varphi(u_1, u_2) = \varphi'(v_1, v_2), \qquad \psi(u_1, u_2) = \psi'(v_1, v_2)$$

betrachtet und die Gruppe in bezug auf die Differentialquotienten dieser Funktionen erweitert, so wird man eine Reihe von Differentialparametern erhalten, die jedenfalls in der Reihe derjenigen Differentialparameter inbegriffen sind, welche der Gruppe angehören, die durch die Invarianz der Quadrate der Linienelemente charakterisiert wird. Diese sind sämtlich in meiner Abhandlung: „Zur Invariantentheorie der Differentialformen zweiten Grades"[1]) zu finden und wir werden sie in der Folge als Differentialparameter der Isometrie bezeichnen. Wir werden uns mit der Frage beschäftigen, von ihnen diejenigen abzusondern, welche auch bei der jetzt betrachteten Gruppe die Invarianteneigenschaft aufweisen.

Es ist zunächst sehr leicht, diese Differentialparameter zu klassifizieren. Diese Differentialparameter können durch Elimination der Ableitungen verschiedener Ordnungen der Funktionen (16) aus denjenigen Gleichungen erhalten werden, welche angeben, wie in unserer Gruppe die Koeffizienten a_{ik} und deren Differentialquotienten ver-

[1]) Leipziger Berichte, Bd. LIX, S. 176 u. ff.

schiedener Ordnungen nach den u_i und die Differentialquotienten verschiedener Ordnungen der Funktionen $\varphi(u_1, u_2)$, $\psi(u_1, u_2)$ nach den u_i transformiert werden. Wir werden dabei diejenigen Differentialparameter vom Range m nennen, die erstens von allen Differentialparametern unabhängig sind, in welchen a_{ik} und deren Differentialquotienten nur bis zur (m—2)-ten Ordnung und die Differentialquotienten von $\varphi(u_1, u_2)$ und $\psi(u_1, u_2)$ nur bis zur (m—1)-ten Ordnung auftreten und die zweitens keine Differentialquotienten enthalten, deren Ordnung für die Koeffizienten a_{ik} größer als m—1 und für die Funktionen $\varphi(u_1, u_2)$ und $\psi(u_1, u_2)$ größer als m ist. Es ist leicht einzusehen, daß die Anzahl derartiger Differentialparameter m-ten Ranges gleich $2m$ ist und wir glauben, auf die Begründung dieses Satzes weiter nicht einzugehen zu brauchen. Wir wollen aber noch fragen, wie viele Differentialparameter m-ten Ranges vorhanden sind, in welchen die Differentialquotienten nur einer der Funktionen (19) z. B. $\varphi(u_1, u_2)$ vorkommen. Es kann leicht bewiesen werden, daß die Antwort auf diese Frage die Zahl $m-1$ ist. Nun gibt es auch $m-1$ Differentialparameter von Range m, die keine Differentialquotienten von $\varphi(u_1, u_2)$, wohl aber die Differentialquotienten der Funktion $\psi(u_1, u_2)$ enthalten. Daraus schließen wir ferner, daß zwei Differentialparameter eines jeden Ranges existieren, in welchen die Differentialquotienten beider Funktionen $\varphi(u_1, u_2)$ und $\psi(u_1, u_2)$ auftreten müssen. Wir haben auf diese Weise gewisse Differentialparameter angezeigt und wir wollen nun überlegen, wie man dieselben bestimmen könnte. Sie müssen durch Elimination gewisser Größen aus gewissen Systemen von Gleichungen sich ergeben. Wir haben früher drei Flächen S, S' und T' betrachtet und in Verbindung damit können wir den Eliminationsprozeß so ausführen. Man betrachte die Transformationsgleichungen, vermöge welcher die Größen a'_{ik} und deren Ableitungen bis zur $(m-1)$-ten Ordnung inklusive in die Größen b'_{ik} und deren Ableitungen bis zur (m—1)-ten Ordnung inklusive auf Grund von (16) und (17) transformiert werden und die Transformationsgleichungen, vermöge deren die Ableitungen der φ und ψ bis zur m-ten Ordnung inklusive in die Ableitungen der φ' und ψ' bis zur m-ten Ordnung inklusive auf Grund von (16) und (19) transformiert werden. Man bezeichne dieses System von Gleichungen als das erste System. Man betrachte ferner das System von Gleichungen, vermöge deren die Größen a_{ik} und deren Ableitungen bis zur $(m-1)$-ten Ordnung in die Größen a'_{ik}

und deren Ableitungen bis zur $(m-1)$-ten Ordnung transformiert werden, und man bezeichne dieses System von Gleichungen als das zweite System. Die Elimination kann derart geführt werden, daß man erstens die Ableitungen verschiedener Ordnungen der Funktionen v_1, v_2 nach den u_1, u_2 aus dem ersten System eliminiert, daß man zweitens in die so erhaltenen Resultaten diejenigen Ausdrücke der Größen a'_{ik} und deren Ableitungen hineinsetzt, welche aus dem zweiten Systeme sich ergeben, und daß man drittens aus dem in dieser Weise erhaltenen Systeme von Gleichungen die Elimination der Funktion ϱ und aller dort vorkommenden Ableitungen dieser Funktion unternimmt. Es können aber die Resultate des ersten Teiles dieses Eliminationsprozesses der Invariantentheorie der binären quadratischen Differentialform entnommen werden. Es bleibt daher die Ausführung des zweiten und des dritten Teiles dieses Prozesses übrig und da es sich nur darum handelt, die Differentialparameter unserer Gruppe in irgend welchem Systeme von Veränderlichen zu erhalten, so kann dies dadurch erreicht werden, daß man direkt für die Fläche S' alle Differentialinvarianten und Differentialparameter der Isometrie, welche von a'_{ik} und deren Ableitungen bis zur Ordnung $m-1$ inklusive und von den Ableitungen der Funktionen φ und ψ und deren Ableitungen bis zur Ordnung m inklusive abhängen, aufstellt, in dieselben die Werte (3) einsetzt und aus dem erhaltenen Gleichungssysteme die Funktion ϱ und alle dort vorkommenden Ableitungen dieser Funktion eliminiert. Auf diese Weise müssen alle Differentialparameter unserer Gruppe bis zum m-ten Range sich ergeben. Wir werden aber sehen, daß man die Bestimmung aller dieser Differentialparameter auch bedeutend einfacher ausführen kann.

5. Es existieren zwei Differentialparameter ersten Ranges unserer Gruppe. Wenn man die Formeln (10) auf $f=\varphi$ und $f=\psi$ in Anwendung bringt, so ergeben sich die Beziehungen:

$$\frac{d\varphi}{dn'_\varphi}=\tau\frac{d\varphi}{dn_\varphi}, \quad \frac{d\psi}{ds'_\varphi}=\tau\frac{d\psi}{ds_\varphi}, \quad \frac{d\psi}{dn'_\varphi}=\tau\frac{d\psi}{dn_\varphi},$$

aus welchen folgt, daß die Ausdrücke:

$$(20)\qquad \omega_\varphi(\psi)=\frac{\dfrac{d\psi}{ds_\varphi}}{\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}}, \quad \omega_\varphi(\psi)=\frac{\dfrac{d\psi}{dn_\varphi}}{\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}}$$

Differentialparameter sind. Vertauscht man φ und ψ, so erhält man die Differentialparameter:

$$\omega_\psi(\varphi) = \frac{\frac{d\varphi}{ds_\psi}}{\frac{d\psi}{dn_\psi}}, \qquad \overline{\omega}_\psi(\varphi) = \frac{\frac{d\varphi}{dn_\psi}}{\frac{d\psi}{dn_\psi}}, \tag{21}$$

welche von den zwei früheren nicht unabhängig sind. Wir wollen die Relationen bestimmen, durch welche unsere vier Differentialparameter verbunden sind. Unter Benutzung der früheren Bezeichnungen hat man für eine beliebige Funktion $f(u_1, u_2)$ die Beziehungen:

$$\frac{df}{ds_\psi} = \frac{df}{ds_\varphi} \cos \Omega_{\varphi,\psi} + \frac{df}{dn_\varphi} \sin \Omega_{\varphi,\psi},$$

$$\frac{df}{dn_\psi} = \frac{df}{dn_\varphi} \cos \Omega_{\varphi,\psi} - \frac{df}{ds_\varphi} \sin \Omega_{\varphi,\psi},$$

wo der Winkel $\Omega_{\varphi,\psi}$ gleichfalls ein Differentialparameter unserer Gruppe ist. Wenn man hier statt f einmal φ und das andere Mal ψ einsetzt, so ergibt sich:

$$\frac{d\psi}{ds_\psi} = \frac{d\varphi}{dn_\varphi} \sin \Omega_{\varphi,\psi}, \qquad \frac{d\varphi}{dn_\psi} = \frac{d\varphi}{dn_\varphi} \cos \Omega_{\varphi,\psi},$$

$$\frac{d\psi}{ds_\varphi} \cos \Omega_{\varphi,\psi} + \frac{d\psi}{dn_\varphi} \sin \Omega_{\varphi,\psi} = 0,$$

$$\frac{d\psi}{dn_\varphi} \cos \Omega_{\varphi,\psi} - \frac{d\psi}{ds_\varphi} \sin \Omega_{\varphi,\psi} = \frac{d\psi}{dn_\psi}.$$

Wenn wir nun in die zwei letzten Relationen die Ausdrücke einsetzen, welche sich aus den zwei ersteren für $\sin \Omega_{\varphi,\psi}$ und $\cos \Omega_{\varphi,\psi}$ ergeben, so erhalten wir die Relationen:

$$\omega_\varphi(\psi)\, \overline{\omega}_\psi(\varphi) + \omega_\psi(\varphi)\, \overline{\omega}_\varphi(\psi) = 0,$$

$$\overline{\omega}_\varphi(\psi)\, \overline{\omega}_\psi(\varphi) - \omega_\varphi(\psi)\, \omega_\psi(\varphi) = 1,$$

vermöge deren je zwei Größen (20) und (21) durch je zwei andere ausgedrückt werden.

6. Wir gehen nun zur Aufstellung von Differentialparametern über, die von den Ableitungen der Funktion φ allein abhängig sind. Man nehme die Ausdrücke:

$$\omega_\varphi(f) = \frac{\dfrac{df}{ds_\varphi}}{\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}}, \qquad \bar{\omega}_\varphi(f) = \frac{\dfrac{df}{dn_\varphi}}{\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}}$$

und bilde das Poisson'sche Symbol $(\bar{\omega}_\varphi, \omega_\varphi)$. Wir erhalten:

$$(\bar{\omega}_\varphi, \omega_\varphi) = \frac{1}{\left(\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}\right)^2}\left(\frac{d^2 f}{dn_\varphi\, ds_\varphi} - \frac{d^2 f}{ds_\varphi\, dn_\varphi}\right)$$
$$- \frac{1}{\left(\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}\right)^3}\left(\frac{d^2\varphi}{dn_\varphi^2}\frac{df}{ds_\varphi} - \frac{d^2\varphi}{ds_\varphi\, dn_\varphi}\frac{df}{dn_\varphi}\right)$$

und unter Berücksichtigung der Relation:

(22) $$\frac{d^2 f}{dn_\varphi\, ds_\varphi} - \frac{d^2 f}{ds_\varphi\, dn_\varphi} = g_\varphi \frac{df}{ds_\varphi} + \bar{g}_\varphi \frac{df}{dn_\varphi}$$

und der Beziehung:

(23) $$\frac{d^2\varphi}{ds_\varphi\, dn_\varphi} + \bar{g}_\varphi \frac{d\varphi}{dn_\varphi} = 0$$

ergibt sich:

(24) $$(\bar{\omega}_\varphi, \omega_\varphi) = \frac{\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi} g_\varphi - \dfrac{d^2\varphi}{dn_\varphi^2}}{\left(\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}\right)^2}\, \omega_\varphi(f).$$

Wir sehen also, daß

(25) $$D_\varphi = \frac{\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi} g_\varphi - \dfrac{d^2\varphi}{dn_\varphi^2}}{\left(\dfrac{d\varphi}{dn_\varphi}\right)^2}$$

ein Differentialparameter unserer Gruppe ist, und zwar derjenige vom Range zwei. Es findet die Formel:

$$D_\varphi = -\frac{\Delta_2(\varphi)}{\Delta_1(\varphi)}$$

statt. Es ist ferner ersichtlich, daß alle Differentialparameter höherer Ränge durch Ausführung der Operationen $\omega_\varphi(f)$ und $\bar{\omega}_\varphi(f)$ auf D_φ erhalten werden können.

Um nun alle Differentialparameter zu erhalten, die beiden Funktionen φ und ψ zugehören, wird man den früheren Differentialparametern zunächst

$$D_\psi = \frac{\frac{d\psi}{dn_\psi} g_\psi - \frac{d^2\psi}{dn_\psi^2}}{\left(\frac{d\psi}{dn_\psi}\right)^2}$$

und alle Differentialparameter hinzufügen müssen, die aus D_ψ durch einfache und mehrfache Ausführung der Operationen $\omega_\psi(f)$ und $\bar{\omega}_\psi(f)$ erhalten werden können. Ferner wird man aber noch zwei Differentialparameter jedes Ranges aufstellen müssen, deren jede sowohl die Funktion φ, wie auch die Funktion ψ enthält und von den soeben angegebenen Differentialparametern unabhängig ist. Für den ersten Rang können als solche Differentialparameter beliebige zwei Größen (20) und (21) oder auch die Größen:

$$\Omega_{\varphi, \psi}; \quad \frac{\frac{d\varphi}{dn_\varphi}}{\frac{d\psi}{dn_\psi}} \tag{26}$$

angenommen werden. Für den m-ten Rang bei $m > 1$ werden wir beweisen, daß man als derartige Differentialparameter die Größen:

$$\omega_\psi^{(m-1)}(\Omega_{\varphi}, \psi), \qquad \omega_\psi^{(m-2)}[\bar{\omega}_\psi(\Omega_\varphi, \psi)] \tag{27}$$

annehmen kann. Die oberen Indices bei den Operationszeichen geben hier an, wievielmal die betreffende Operation ausgeführt werden soll. Wir werden uns derartiger Bezeichnungsweise auch für andere hier vorkommende Operationen bedienen.

7. Zwecks Durchführung des genannten Beweises und Vorbereitung gewisser Formeln für weitere Betrachtungen werden wir uns damit beschäftigen, die Form der Differentialparameter verschiedener Ränge näher zu bestimmen.

Man führe die Bezeichnungen:

$$P_\varphi = \frac{1}{\frac{d\varphi}{dn_\varphi}}, \qquad P_\varphi^{(k)} = \frac{d^k P_\varphi}{dn_\varphi^k}$$

ein. Alsdann ergeben sich die Formeln:

(28) $$D_\varphi = P_\varphi g_\varphi + P_\varphi^{(1)},$$

(29) $$\omega_\varphi(f) = P_\varphi \frac{df}{ds_\varphi}, \quad \bar{\omega}_\varphi(f) = P_\varphi \frac{df}{dn_\varphi},$$

ferner auf Grund der Beziehung (23) erhalten wir die Beziehung:

$$\frac{dP_\varphi}{ds_\varphi} = P_\varphi \bar{g}_\varphi$$

und, wenn wir noch die Relation (22) für $f = P_\varphi$ in Anwendung bringen, die Beziehung:

$$\frac{dP_\varphi^{(1)}}{ds_\varphi} = P_\varphi\left(\frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} - g_\varphi \bar{g}_\varphi\right).$$

Mit Hilfe dieser Formeln ergeben sich nun die Ausdrücke:

(30) $$\begin{aligned} \omega_\varphi(D_\varphi) &= P_\varphi^2\left(\frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi}\right), \\ \bar{\omega}_\varphi(D_\varphi) &= P_\varphi\left(P_\varphi \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} + P_\varphi^{(1)} g_\varphi + P_\varphi^{(2)}\right) \end{aligned}$$

und, wenn man die am Schlusse der vorigen Nummer getroffene Bezeichnungsweise für mehrfache Operationen in Anwendung bringt, so wird man in der Lage sein, die Formel:

$$\omega_\varphi^{(2)}(D_\varphi) = P_\varphi\left[\frac{d^2 g_\varphi}{ds_\varphi^2} + \frac{d^2\bar{g}_\varphi}{ds_\varphi\, dn_\varphi} + 2 g_\varphi\left(\frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi}\right)\right]$$

anzuführen. Aber wir haben die Beziehung:

$$K = \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} - \frac{d\bar{g}_\varphi}{ds_\varphi} - g_\varphi^2 - \bar{g}_\varphi^2,$$

aus welcher folgt:

$$\frac{dK}{dn_\varphi} = \frac{d^2 g_\varphi}{dn_\varphi^2} - \frac{d^2\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi\, ds_\varphi} - 2 g_\varphi \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} - 2\bar{g}_\varphi \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi}$$

und ferner die Beziehung:

$$\frac{d^2\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi\, ds_\varphi} - \frac{d^2\bar{g}_\varphi}{ds_\varphi\, dn_\varphi} = g_\varphi \frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \bar{g}_\varphi \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi}.$$

Mit Hilfe dieser Relationen erhalten wir für $\omega_\varphi^{(2)}(D_\varphi)$ noch eine weitere Formel:

$$\omega_\varphi^{(2)}(D_\varphi) = P_\varphi^3\left[\frac{d^2 g_\varphi}{ds_\varphi^2} + \frac{d^2 g_\varphi}{dn_\varphi^2} - g_\varphi\left(2\frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} + \frac{d\bar{g}_\varphi}{ds_\varphi}\right) + \right.$$
$$\left. + \bar{g}_\varphi\left(2\frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} - \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi}\right) - \frac{dK}{dn_\varphi}\right]$$

und, wenn man die Operation $\bar{\omega}_\varphi(f)$ an den Ausdrücken (30) ausführt, ergeben sich ferner die Formeln:

$$\bar{\omega}_\varphi[\omega_\varphi(D_\varphi)] = P_\varphi^2\left[P_\varphi\left(\frac{d^2 g_\varphi}{dn_\varphi\, ds_\varphi} + \frac{d^2\bar{g}_\varphi}{dn^2_\varphi}\right) + \right.$$
$$\left. + 2P_\varphi^{(1)}\left(\frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{d\bar{g}_\varphi}{dn_\varphi}\right)\right],$$

$$\bar{\omega}^{(2)}(D_\varphi) = P_\varphi\left[P_\varphi^2\frac{d^2 g_\varphi}{dn_\varphi^2} + 3P_\varphi P_\varphi^{(2)}\frac{dg_\varphi}{dn_\varphi} + \right.$$
$$\left. + (P_\varphi P_\varphi^{(2)} + P_\varphi^{(1)2})\,g_\varphi + P_\varphi P_\varphi^{(3)} + P_\varphi^{(1)} P_\varphi^{(2)}\right].$$

Auf diese Weise haben wir die Differentialparameter zweiten, dritten und vierten Ranges mit einer Funktion $\varphi(u_1, u_2)$ durch diejenigen Differentialparameter dieser Ränge ausgedrückt, welche im Falle der Invarianz der quadratischen Differentialform auftreten. Derartige Ausdrücke können nun für weitere Ränge erhalten werden, es erscheint aber zwecklos, darauf einzugehen, wir bemerken bloß, daß die Größen:

$$\omega_\varphi^{(m-2)}(D_\varphi),\quad \omega_\varphi^{(m-3)}[\bar{\omega}_\varphi(D_\varphi)],\quad \omega_\varphi^{(m-4)}[\bar{\omega}_\varphi^{(2)}(D_\varphi)],\ldots$$
$$\ldots,\ \omega_\varphi[\bar{\omega}_\varphi^{(m-3)}(D_\varphi)],\quad \bar{\omega}_\varphi^{(m-2)}(D_\varphi) \tag{31}$$

als unabhängige Differentialparameter m-ten Ranges angenommen werden können.

8. Wenn wir nun eine zweite Funktion $\psi(u_1, u_2)$ hinzufügen, so erhalten wir für jeden Rang m noch $m+1$ neue Differentialparameter, und es ist leicht zu sehen, daß diese Differentialparameter in bezug auf die Ableitungen m-ter Ordnung von $\psi(u_1, u_2)$ voneinander unabhängig sein müssen. Es ist nun anderseits sehr leicht, diejenigen Glieder der unter 6 angegebenen Differentialparameter m-ten Ranges anzugeben, welche die Ableitungen m-ter Ordnung der Funktion $\psi(u_1, u_2)$ enthalten. Wenn man nämlich bedenkt, daß für die geodätischen Krümmungen g_ψ und $\bar{g}_\psi$ die Formeln:

$$g_\psi = \frac{d\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi} + g_\varphi \cos \Omega_{\varphi,\psi} + g_\varphi \sin \Omega_{\varphi,\psi}.$$

$$\bar{g}_\psi = \frac{d\,\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi} + \bar{g}_\varphi \cos \Omega_{\varphi,\psi} - g_\varphi \sin \Omega_{\varphi,\psi}$$

stattfinden, so ergeben sich leicht die Ausdrücke:

$$(32)\left\{\begin{aligned}
\omega_\psi^{(m-2)}(D_\psi) &= P_\psi^{m-1}\left(\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-1}} + \frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-3}\,dn_\psi^2}\right) + \ldots \\
\omega_\psi^{(m-3)}[\bar{\omega}_\psi(D_\psi)] &= P_\psi^{m-1}\left(\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-2}\,dn_\psi} + \frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-4}\,dn_\psi^3}\right) + \ldots \\
\omega_\psi^{(m-4)}[\bar{\omega}_\psi^{(2)}(D_\psi)] &= P_\psi^{m-1}\left(\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-3}\,dn_\psi^2} + \frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-5}\,dn_\psi^4}\right) + \ldots \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\omega_\psi[\omega_\psi^{(m-3)}(D_\psi)] &= P_\psi^{m-1}\left(\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^2\,dn_\psi^{m-3}} + \frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi^{m-1}}\right) + \ldots \\
\bar{\omega}_\psi^{(m-2)}(D_\psi) &= P_\psi^{m-1}\,\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi\,dn_\psi^{m-2}} + P_\psi^{m-2}\,P_\psi^{(m-1)} + \ldots
\end{aligned}\right.$$

und ferner die Ausdrücke:

$$(33)\quad\begin{aligned}
\omega_\psi^{(m-1)}(\Omega_{\varphi,\psi}) &= P_\psi^{m-1}\,\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-1}} + \ldots \\
\omega_\psi^{(m-2)}[\omega_\psi(\Omega_{\varphi,\psi})] &= P_\psi^{m-1}\,\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-2}\,dn_\psi} + \ldots
\end{aligned}$$

In allen diesen Ausdrücken enthalten die weggelassenen Glieder keine Differentialquotienten m-ter Ordnung der Funktion $\psi(u_1, u_2)$. Nun sind aber unsere Ausdrücke in bezug auf die Größen:

$$\frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-1}},\quad \frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^{m-2}\,dn_\psi},\;\ldots,\; \frac{d^{m-1}\,\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi^{m-1}};\quad P_\psi^{m-1}$$

voneinander unabhängig und diese letzteren sind ihrerseits in bezug auf die Ableitungen m-ter Ordnung der Funktion $\psi(u_1, u_2)$ voneinander unabhängig[1]). Demnach ist unser Satz bewiesen.

9. In meiner früher erwähnten Abhandlung sind in § 7 die einer einzigen Funktion $\varphi(u_1, u_2)$ zugehörigen Differentialparameter der Isometrie angegeben worden. Unter Benutzung der Bezeichnun-

[1]) Vergl. meine früher erwähnte Abhandlung S. 181 u. ff.

gen der gegenwärtigen Arbeit kann ein Teil dieser Differentialparameter (nämlich die Größen (21)) in der Form

$$P_\varphi, \quad P_\varphi^{(1)}, \quad P_\varphi^{(2)}, \ldots, P_\varphi^{(m-1)}$$

dargestellt werden. Man beachte nun, daß wenn wir statt φ die Funktion Φ vermöge einer Gleichung von der Form:

$$\Phi = \Phi(\varphi) \tag{34}$$

ersetzen, alsdann die Kurven der Schar:

$$\varphi(u_1, u_2) = \text{const.}$$

invariant bleiben und sich dabei bloß die diesen Kurven zugehörigen Konstanten verändern. Es ist leicht zu sehen, daß die Beziehung:

$$P_\Phi = \frac{1}{\Phi'(\varphi)} P_\varphi \tag{35}$$

und überhaupt die Beziehungen:

$$P_\Phi^{(k)} = f_k(\Phi'(\varphi), \ldots, \quad \Phi^{(k+1)}(\varphi), \quad P_\varphi, \quad P_\varphi^{(1)}, \ldots, \quad P_\varphi^{(k)}) \tag{36}$$

stattfinden, wobei rechter Hand der Beziehung (36) die Größen $\Phi^{(k+1)}(\varphi)$ und $P_\varphi^{(k)}$ sicher auftreten müssen. Es ist ferner leicht zu sehen, daß die Differentialparameter (22) und (23) der erwähnten Abhandlung bei der Transformation (34) invariant bleiben. In diesem Satze wird vorausgesetzt, daß die in den Differentialparametern auftretenden Bogenlängen und geodätischen Krümmungen im Zusammenhange mit den Kurven selbst, unabhängig aber von der zufälligen Darstellung derselben definiert sind. Wir sehen ferner auch unmittelbar, daß die Größen P_φ und überhaupt $P_\varphi^{(k)}$ in den Differentialparametern, die bei jeder Transformation (34) invariant bleiben, gar nicht auftreten können.

Derartige Auseinandersetzungen wollen wir nun auf Differentialparameter in Anwendung bringen, die unter 7 aufgestellt wurden. Es handelt sich um Aufstellung derjenigen Differentialparameter, die bei (34) unverändert bleiben. Diese müssen von P_φ und $P_\varphi^{(k)}$ unabhängig sein, und es ist deshalb leicht einzusehen, daß keine derartigen Differentialparameter ersten, zweiten und dritten Ranges vorhanden sind und daß höchstens zwei von ihnen vom Range 4 und überhaupt höchstens $m-2$ dieser Differentialparameter vom Range m existieren.

Wir werden uns sogleich überzeugen, daß diese Zahlen in der Tat erreicht werden. Zu dem Zwecke führe man die kürzere Bezeichnung:

$$T_\varphi = \frac{dg_\varphi}{ds_\varphi} + \frac{dg_\varphi}{dn_\varphi}$$

ein und beachte, daß sobald $f(u_1, u_2)$ eine invariante Funktion bezeichnet, auf Grund der Formeln (29) und (30) einzusehen ist, daß die Differentialparameter:

$$(37) \qquad W_\varphi(f) = \frac{1}{\sqrt{T_\varphi}} \frac{df}{ds_\varphi}, \qquad \overline{W}_\varphi(f) = \frac{1}{\sqrt{T_\varphi}} \frac{df}{dn_\varphi}$$

bei jeder Transformation (34) invariant bleiben. Man hat ferner:

$$(\overline{W}_\varphi, W_\varphi) = W_\varphi\left(\frac{1}{\sqrt{T_\varphi}}\right) \frac{df}{ds_\varphi} - \overline{W}_\varphi\left(\frac{1}{\sqrt{T_\varphi}}\right) \frac{df}{dn_\varphi} + \\ + \frac{1}{T_\varphi}\left(\frac{d^2 f}{dn_\varphi\, ds_\varphi} - \frac{d^2 f}{ds_\varphi\, dn_\varphi}\right)$$

und daraus folgt:

$$(\overline{W}_\varphi, W_\varphi) = J_\varphi\, \overline{W}_\varphi(f) - \overline{J}_\varphi\, W_\varphi(f),$$

wo

$$(38) \qquad \begin{aligned} J_\varphi &= W_\varphi(\log \sqrt{T_\varphi}) + \frac{g_\varphi}{\sqrt{T_\varphi}}, \\ \overline{J}_\varphi &= \overline{W}_\varphi(\log \sqrt{T_\varphi}) + \frac{g_\varphi}{\sqrt{T_\varphi}} \end{aligned}$$

zwei Differentialparameter vom Range 4 sind, von welchen soeben die Rede war. Es ist klar, daß für jeden Rang $m > 4$ bei Benutzung früherer Bezeichnungsweise für mehrfache Operationen folgende Differentialparameter:

$$(39) \qquad \begin{gathered} W_\varphi^{(m-4)}(J_\varphi), \quad W_\varphi^{(m-5)}[\overline{W}_\varphi(J_\varphi)], \quad W_\varphi^{(m-6)}[\overline{W}^{(2)}(J_\varphi)], \\ \ldots \; \overline{W}_\varphi^{(m-4)}(J_\varphi), \quad \overline{W}_\varphi^{(m-4)}(\overline{J}_\varphi) \end{gathered}$$

angenommen werden können. Auf diese Weise haben wir in der Tat gerade so viel unabhängige Differentialparameter jedes Ranges erhalten, als wir angekündigt haben.

10. Wir wollen ferner fragen, welche Differentialparameter von jedem Range existieren, wenn für Funktionen $\varphi(u_1, u_2)$ und $\psi(u_1, u_2)$ Transformationsgleichungen:

$$\Phi = \Phi(\varphi), \qquad \Psi = \psi$$

angenommen werden. Es erhellt, daß außer den Differentialparametern, welche unter 9 angegeben worden sind, noch diejenigen von den unter 6 aufgestellten Differentialparametern hinzugefügt werden müssen, welche von den ersteren sowohl wie auch von den Funktionen $P_\varphi^{(k)}$ unabhängig sind. Auf diese Weise kommen zu den unter 9 angegebenen noch folgende Differentialparameter hinzu.

Für Rang 1 nur $\Omega_{\varphi,\psi}$, für Rang 2:

$$\omega_\psi(\Omega_{\varphi,\psi}) = P_\psi \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi}, \qquad \overline{\omega}_\psi(\Omega_{\varphi,\psi}) = P_\psi \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi},$$

für Rang 3:

$$\omega_\psi^{(2)}(\Omega_{\varphi,\psi}) = P_\psi^2 \left(\frac{d^2\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^2} + \overline{g}_\psi \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi}\right),$$

$$\omega_\psi[\overline{\omega}_\psi(\Omega_{\varphi,\psi})] = P_\psi^2 \left(\frac{d^2\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi\, dn_\psi} + \overline{g}_\psi \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi}\right),$$

$$\omega_\psi(D_\psi) = P_\psi^2 \left(\frac{dg_\psi}{ds_\psi} + \frac{d\overline{g}_\psi}{dn_\psi}\right),$$

$$\overline{\omega}_\psi(D_\psi) = P_\psi \left(P_\psi \frac{dg_\psi}{dn_\psi} + P_\psi^{(1)} g_\psi + P_\psi^{(2)}\right)$$

und noch der Differentialparameter $P_\psi^3\, T_\varphi$. Für alle anderen Ränge kommen alle von ψ allein und von φ und ψ gleichzeitig abhängigen Differentialparameter hinzu, die unter 6 angegeben wurden.

Man nehme nun die Transformationsgleichungen:

$$\Phi = \Phi(\varphi), \qquad \Psi = \Psi(\varphi)$$

an. Die Differentialparameter müssen sowohl von den $P_\varphi^{(k)}$ wie von den $P_\psi^{(k)}$ unabhängig sein. Außer den Differentialparametern der Nummer 9 hat man daher für den Rang 1 den Differentialparameter $\Omega_{\varphi,\psi}$, für den Rang 2 höchstens 1 Differentialparameter, für Rang 3 höchstens 4 und für jeden Rang $m > 3$ höchstens m Differentialparameter. Unter denselben sind diejenigen vorhanden, welche sich aus den Differentialparametern, die unter 9 aufgestellt wurden, durch Ersetzung von φ durch ψ ergeben. Außer diesen hat man also $\Omega_{\varphi,\psi}$ ersten Ranges, höchstens 1 Differentialparameter zweiten Ranges, höchstens 4 dritten Ranges und höchstens 2 jedes Ranges $m > 3$. Wenn man aber die Differentialparameter zweiten und dritten Ranges des am Anfang der gegenwärtigen Nummer behandelten

Falles betrachtet, so ist es klar, daß einfach die Elimination von P_ψ auf einen Differentialparameter zweiten Ranges und auf 4 dritten Ranges führt. Da ferner für den 4-ten Rang die Formeln bestehen:

$$\omega_\psi^{(3)}(\Omega_{\varphi,\psi}) = P_\psi^3 \left[\frac{d^3\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^3} + 3\bar{g}_\psi \frac{d^2\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^2} + 2\bar{g}_\psi^2 \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi} + \right.$$
$$\left. + \frac{dg_\psi}{ds_\psi} \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi} \right],$$

$$\omega_\psi^{(2)}[\bar{\omega}_\psi(\Omega_{\varphi,\psi})] = P_\psi^3 \left[\frac{d^3\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi^2\, dn_\psi} + \frac{dg_\psi}{ds_\psi} \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi} + \right.$$
$$\left. + g_\psi \frac{d^2\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi\, dn_\psi} + 2\bar{g}_\psi \left(\frac{d^2\Omega_{\varphi,\psi}}{ds_\psi\, dn_\psi} + \bar{g}_\psi \frac{d\Omega_{\varphi,\psi}}{dn_\psi} \right) \right];$$

so können durch Elimination von P_ψ zwei Differentialparameter vierten Ranges erhalten werden. In derselben Weise erhält man zwei Differentialparameter jedes weiteren Ranges, und somit sind auch in dem gegenwärtigen Falle alle Differentialparameter erhalten worden.

---

19. *Causses; szkic krasu zgrzybiałego. — Causses; Skizze eines greisenhaften Karstes.* Note de M. **LUDOMIR SAWICKI,** présentée par M. M. P. Rudzki m. c.

Im Zusammenhange mit anderen Studien über nichttypische Karste Mitteleuropa's [1]) hat der Autor auch den Formenschatz der Causses in Zentral-Frankreich während einer Exkursion im Sommer 1908 einer Durchsicht unterzogen. Die geologische Geschichte des Landes, besonders der Verfolg der schwankenden Grenzen zwischen Meer und Land belehrt uns darüber, daß die Causses außer der großen paläozoischen Einebnung noch eine solche im Alt-Tertiär erfahren haben. Die letztere schneidet heute die Oberfläche der Causses ab. Ihr Alter erhellt aus folgenden Tatsachen: die große Rumpffläche der Causses setzt sich in ausgedehnten Einebnungsflächen des Zentralmassivs und der Cevennen fort; auf diesen aber

[1]) Sawicki, L., Skizze des slovakischen Karstes und der geographische Zyklus im Karste überhaupt (polnisch mit deutschem Résumé) Kosmos, Lwów, 1908. S. 395 — 445.

liegen die miozänen vulkanischen Massen des Cantal, Mézenc und Aubrac. Dann muß die Rumpffläche älter sein als die in den tiefen Flußschluchten des Lot, Tarn und der Jonte sich aussprechenden Verjüngungserscheinungen. Diese hängen aber mit dem durch die miozäne Hebung en bloc des Massivs hervorgerufenen Niveauunterschiede zwischen diesem und dem aquitanischen Becken einerseits und dem Rhonegraben anderseits zusammen. Aus beiden Tatsachen ergibt sich, daß die Einebnung der Causses prämiozän ist.

Die geologischen Ergebnisse werden durch die morphologische Untersuchung unterstützt und erweitert. Das Landschaftsbild der Causses und deren nächsten Umgebung wird von drei Elementen beherrscht: 1) den ebenen auf 2.500 km² ausgedehnten Hochflächen 2) den darüber aufragenden Inselgebirgen des Aubrac, der Margeride und der Montagne de la Lozère, und 3) den in dieselben eingesenkten, jugendlichen Tälern.

Die erwähnten Inselgebirge sind einerseits vulkanische Akkumulationsgebirge, andererseits aus der Rumpffläche im Postoligozän herausgehobene Horstgebirge (von den Randbrüchen derselben werden noch die oligozänen Seeablagerungen von Malzieu mitbetroffen). Die Hochflächen der Causses sind keine ursprünglichen Ebenen, sondern Denudationsflächen; sie schneiden eine in zahlreichen Brüchen und lokalen Faltungen sich aussprechende ziemlich komplizierte innere Struktur in einheitlicher Fläche ab (Fig. 1 und 2). Die Einebnung dieser Flächen

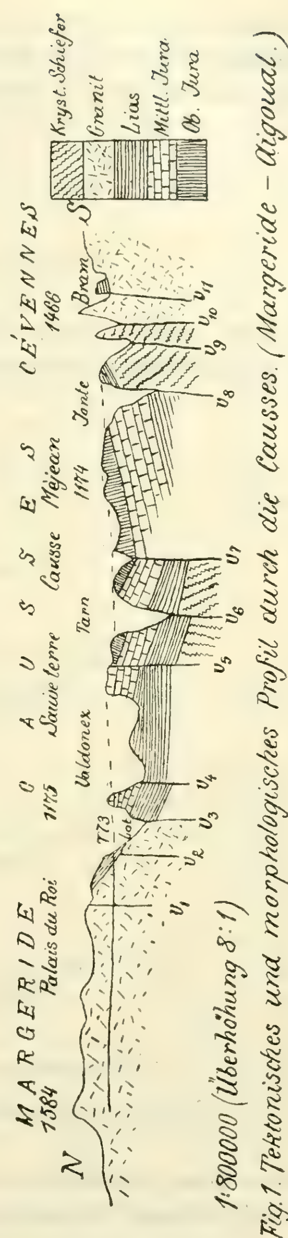


Fig. 1. Tektonisches und morphologisches Profil durch die Causses. (Margeride – Aigoual.)

wurde durch zwei Prozesse bewirkt: 1) durch auf der Kalkoberfläche fließende Bäche und Flüsse (fluviatile Einebnung) und 2) durch eine allgemeine Nivellierung der Karstoberfläche durch alternde



Fig. 2. Faltung unterhalb La Malène.

Karstprozesse (Karsteinebnung). Beide Prozesse erfordern eine hohe Lage des Grundwasserspiegels zur Zeit der Einebnung. Die Exi-

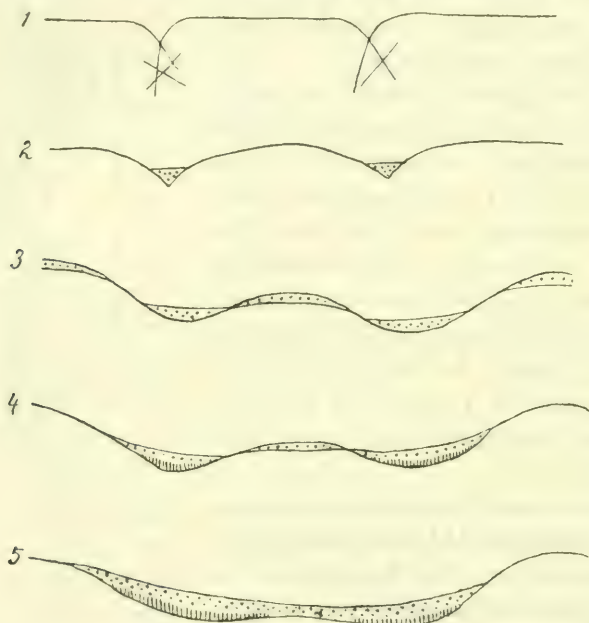


Fig. 3. Umformung von Dolinen in Uvalen.

stenz eines greisenhaften Flußnetzes auf der Karstoberfläche wird durch folgende Beobachtungen bewiesen:

1) Man findet auf der Hochfläche an vielen Stellen Quarzsande und Schotter, die nur durch Flüsse aus den benachbarten kristallinischen Gebirgen auf die Kalkplatten gebracht worden sein konnten.

2) Es haben sich auf den Hochplateaus der Causses greisenhafte Talformen erhalten, die heute teils verlassen sind (Tarnlauf zwischen Florac und Ispagnac), teils noch von einer von der Verjüngung nicht erfaßten Hydrographie benützt werden (Causse de Monibe).

3) Eine Reihe von epigenetischen Erscheinungen in den Randgebieten der Kalkplateaus spricht für eine einst hohe Lage des hydrographischen Netzes.

4) Die einheitliche, sanft westwärts sich senkende Oberfläche der Causses kann nur durch in dieser Richtung strömende, gleichsinnige, konsequente Flüsse erzeugt worden sein.

Das Flußnetz war aber wenig dicht und auf den breiten Flächen zwischen den Flüssen arbeitete die Karstdenudation an der Eineb-

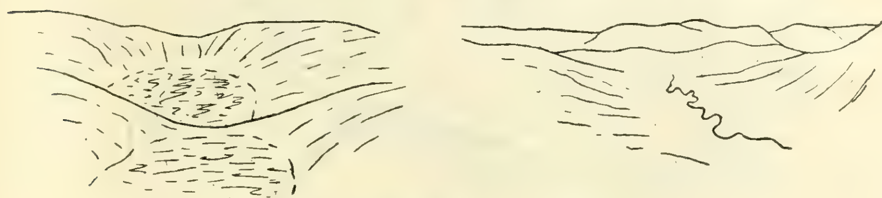


Fig. 4. Umwandlung von Dolinen
a) in Uvalen (La Parade) b) in Talungen (Rouveret)

nung des Landes. Die damals entstandenen Formen und Bildungen liegen heute noch größtenteils intakt vor uns. Die Causses überzogen sich mit einem engmaschigen Netze von Dolinen; indem immer mehr jugendliche Dolinen durch Erniedrigung der sie trennenden Rücken und Aufschüttung (Fig. 3) ihrer Böden zu größeren Formen zusammenwuchsen, bei gruppenweiser Anordnung zu Uvalen, bei reihenweiser Anordnung zu Talungen (Fig. 4) sich umformten, entstanden die seichten und weitflächigen Wannenformen, welche heute die Oberfläche der Causses auszeichnen. Die Oberflächengefälle dieser Formen sind so gering, daß trotz der Reinheit des Kalkes das Karrenphänomen in den Causses ganz unbekannt ist. Diese zu einem greisenhaften Stadium gediehene Entwicklung der oberflächlichen Karstformen bewirkte einerseits eine allgemeine Erniedrigung und Einebnung der ursprünglichen Oberfläche, andererseits die Ausbildung eines dichten, lückenlosen und undurchlässigen Mantels von Verwitterungsschutt und Verwitterungsrückständen.

Dieser Verwitterungsmantel ist von außerordentlicher Bedeutung

für die Causses geworden: er hat die hydrologischen Verhältnisse maßgebend beeinflußt und ist damit die Grundlage des vegetativen, animalischen und menschlichen Lebens, die Grundbedingung der Kultur überhaupt geworden. Dank seiner Undurchlässigkeit saugt er sich selbst mit dem Niederschlagswasser voll und gestattet demselben nicht, durch die Karstklüfte und Höhlen, die er verschmiert hat, der normalen unterirdischen Karstentwässerung zuzustreben. Das an der Oberfläche festgehaltene Wasser speist ständige und periodische Dolinenseen, zahlreiche natürliche und künstliche Zisternen, zahlreiche Sümpfe und Pfützen. Wenn auch das Wasser

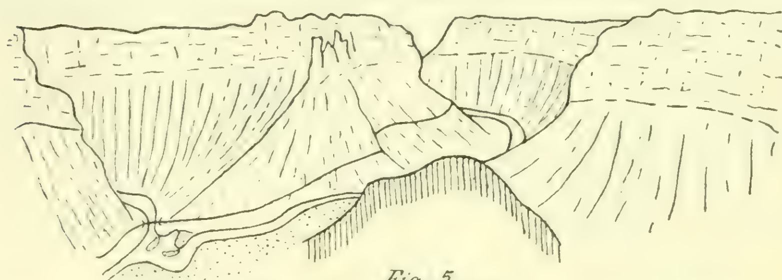


Fig. 5.

Rumpffläche und Talschluchten an der Tarn- und Jontemündung.

der Zisternen in der Zeit der sommerlichen Dürre, hauptsächlich wegen der rasch vor sich gehenden organischen Zersetzungsprozesse für den Menschen ungenießbar, ja selbst zu einem Herde von Miasmen wird, so bildet es doch noch die Grundlage der Existenz der nicht unbedeutenden Schafherden; die Causses sind eines der Hauptproduktionsgebiete des Roquefort. Die ständige Durchfeuchtung des Bodens ermöglicht auch einen den bescheidenen Bedürfnissen des Caussenarden genügenden Ackerbau — eine für Karstgebiete höchst seltsame Erscheinung.

Auch der Abflußvorgang wird von der Verschmierungsschicht wesentlich beeinflußt. Von den durchschnittlich 1000 bis 1100 mm betragenden Niederschlägen der Hochflächen wird nur ein außerordentlich geringer Teil oberflächlich in Bächen und unterirdisch durch Quellen abgeführt. Da infolge des steppenartigen Charakters der waldlosen Causses das Pflanzenkleid wenig Feuchtigkeit konsumiert, muß in den Causses wie in jedem alternden Karste die Verdunstung außerordentlich bedeutend sein. Allerdings wird sie

hier gefördert durch klimatische Verhältnisse (große Zahl von Sonnentagen, mediterrane Trockenheit der Luft, besonders aber kräftige, kühle und langdauernde N-NO Winde), aber die Hauptursache davon ist die morphologisch bedingte Verlängerung der Verdunstungsdauer: die Unmöglichkeit des unterirdischen Abflusses infolge der Verschmierung und des oberflächlichen Abflusses infolge der wan-



Fig. 6

Durchschnitt durch den Aven d'Armand.
(Verjüngungsform)

nenartigen Ausgestaltung der Oberfläche zwingt das Wasser, so lange stehende Ansammlungen zu bilden, bis es verdunstet. Und so wirkt der im Tertiär geschaffene und bis heute nicht zerstörte Formenschatz auf die Landschaft und das Leben in hervorragendem Maße ein.

Die miozäne Hebung des Kalkblockes der Causses war gleichbedeutend mit einer Senkung des Grundwasserspiegels, des Evolutionsniveaus im Karst. Diese verursachte Verjüngungserscheinun-

gen, die sich 1) in der Tieferlegung der Flußtäler und 2) in der Aufschließung der Karstklüfte aussprechen. Bei dem Einschneiden der Flüsse fand eine Auswahl der stärkeren statt: diejenigen, die im Kalke ihren Ursprung hatten, versiegten sofort und ihre Weiterentwicklung wurde unterbunden. Nur diejenigen, die aus dem benachbarten undurchlässigen Terrain kräftige Zuflüsse erhielten, konnten sich gegenüber dem Verkarstungsprozesse siegreich behaupten (Lot, Tarn, Jonte). Ihr Werk sind die imponierenden, dem

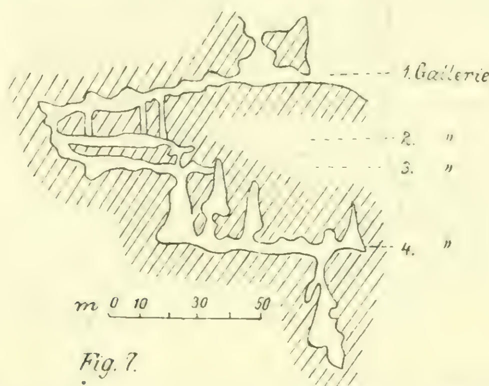


Fig. 7.

Durchschnitt durch die Grottes des Baumes Chaudes

Form der Ausreifung.

Typus eines Cañons (Fig. 5) so nahen Schluchten, welche die Causses in drei mächtige Tafeln zergliedert haben.

Wo es dem dem Grundwasser zustrebenden Wasser gelang, eine verschmierte Karstkluft zu öffnen, da bildeten sich die bezeichneten Avens (Fig. 6) aus, deren man schon über 150 in den Causses kennt. Ich betrachte diese Höhlen mit ihren vorwiegend vertikalen Schlünden als Verjüngungserscheinungen, die den Talschluchten parallel zu setzen sind und in einem Gegensatze stehen zu den vorwiegend horizontalen, „galleries“ genannten Höhlen (Fig. 7), die ich als Zeugen des periodischen und von Stillständen unterbrochenen Sinkens des Grundwassers anspreche.

So reihen sich die Causses in allem den für die Karstentwicklung andernorts entwickelten Grundlinien unter; ja ihre bezeichnendsten morphologischen und hydrologischen Erscheinungen werden erst auf diese Weise verständlich. Hervorgehoben muß noch werden, daß infolge des Mangels an modellierenden Agentien auf

der Oberfläche des südfranzösischen Karstes sich dieselbe aus dem Miozän nahezu unverändert erhalten hat.

---

20. *O wrodzonych przetokach przełykowo-przełykowych. — Fistulae oesophago-oesophageae congenitae.* Note de MM. **ST. CIECHANOWSKI** et **L. K. GLIŃSKI**, présentée par M. T. Browicz m. t.

(Planches V. et VI.)

Mit dem Namen „Fistulae oesophago-oesophageae congenitae" wird von Verfassern eine Anomalie des Oesophagus bezeichnet, welche zuerst von Ciechanowski im Jahre 1899 gefunden wurde und welche die Verfasser bis jetzt bei Menschen 6-mal beobachtet haben. Es handelt sich um intraparietale Kanälchen, welche in der Vorderwand der Speiseröhre verlaufen und durch eine, zwei, oder mehrere fenster- oder schlitzartige Öffnungen mit dem Oesophaguslumen kommunizieren.

In einem der Fälle (Fig. 1) fanden Verfasser in der Vorderwand des Oesophagus eines $3^1/_2$-Jahre alten Mädchens zwei Kanälchen, deren eines oberhalb, das andere unterhalb des Niveaus der Tracheabifurkation lag. Das obere, kürzere Kanälchen stand mit dem Oesophaguslumen durch 3 Öffnungen in Verbindung; das untere, 23 mm lange Kanälchen besaß neben seinen beiden Endmündungen noch eine dritte fensterartige. ebenfalls in die Speiseröhre führende Öffnung. Dieses untere Kanälchen (Fig. 2 und 3) war mit geschichtetem Epithel, welches dem Oesophagusepithel vollkommen glich, ausgekleidet; die subepitheliale Bindegewebslage besaß den Papillen der Speiseröhrenschleimhaut ähnliche Papillen; auf die Bindegewebslage folgte eine dem Kanälchen gleichsam angehörende Muskellage. Von seinen beiden Endmündungen angefangen, senkte sich das Kanälchen immer tiefer in die Speiseröhrenwand ein und in seinem mittleren Abschnitt lag es schon von der Muscularis propria externa des Oesophagus nach außen.

In einem zweiten Fall (Fig. 4) bei einem 44 J. alten Mann verlief ein 20 mm langes Kanälchen in der Vorderwand des oberen Oesophagusabschnittes, mit dessen Lumen es vermittels einer schlitzförmigen Öffnung in Verbindung stand. Das Epithel des innerhalb

der Submucosa verlaufenden Kanälchens bestand aus wenigen (6—10) Zellschichten; das subepitheliale zellreiche Bindegewebe (Fig. 5) besaß keine Papillen. In diesem Falle besaß das Kanälchen keine eigene Muskelhaut. In das Kanälchen mündeten mehrere Ausführungsgänge der in der Oesophagussubmucosa liegenden Schleimdrüsen; es wurde dies von Verfassern an Serienschnitten festgestellt.

Bei einem 32 J. alten Mann fanden Verfasser im mittleren Abschnitt der vorderen Speiseröhrenwand (Fig. 6) ein 5 cm langes submucöses, sich an 6 Stellen teils fenster-, teils schlitzartig in die Speiseröhre öffnendes Kanälchen. Dieses im Querschnitte spaltförmige Kanälchen (Fig. 7) besaß ebenfalls geschichtetes Epithel; das subepitheliale Bindegewebe besaß Papillen. Ein ähnliches submucöses, mit geschichtetem Epithel ausgekleidetes Kanälchen fanden Verfasser bei einem 14 Monate alten Mädchen; das Kanälchen verlief in der Vorderwand des oberen Oesophagusabschnittes, mit dessen Lumen es an drei Stellen in Verbindung stand (Fig. 8). Das subepitheliale, papillentragende Bindegewebe der Kanälchenwand war in diesem Falle zellreich, nach außen ging es allmählich in fibröses Bindegewebe über. In der Nachbarschaft der Kanälchenwand waren stellenweise Muskelbündel vorhanden. In dem zellreichen Bindegewebe der Kanälchenwand fanden Verfasser mit einschichtigem Epithel ausgekleidete Räume (Fig. 10), welche an foetale Lungenbläschen erinnern. An Serienschnitten wurde nachgewiesen, daß die Ausführungsgänge der in der Nähe des Kanälchens liegenden Schleimdrüsen bald direkt in die Speiseröhre, bald in das intraparietale Kanälchen mündeten.

In einem anderen Falle (bei einem 32 J. alten Mann) waren an der vorderen Oesophaguswand, ungefähr in der Höhe der Trachea-bifurkation, zwei kleine Öffnungen sichtbar, welche in einen unregelmäßigen, bohnengroßen Raum führten. Nach unten zu verlängerte sich dieser Raum (Fig. 11) in eine sich rasch verengernde Spalte, welche vermittels der unteren der beiden erwähnten Öffnungen in die Speiseröhre mündete. Eine zweite, trichterförmige Ausbuchtung des intraparietalen Raumes war mit ihrer Spitze nach rechts gegen den Lungenhilus gerichtet. Auch in diesem Falle wurde eine geschichtete Epithellage im intraparietalen Raume nachgewiesen; die nach unten gerichtete, spaltförmige Ausbuchtung des Raumes lag nach außen von der Muskelhaut des Oesophagus (Fig.

12), deren äußere Lage an dieser Stelle durch eine breite Lücke unterbrochen war. In der Umgebung des spaltförmigen Raumes waren Muskelbündel unregelmäßig verteilt.

In sämtlichen fünf angeführten Fällen war keine primär bestehende Kommunikation der Speiseröhre, bezw. der intraparietalen Kanälchen mit den Atmungswegen nachweisbar.

In ihrer sechsten Beobachtung fanden dagegen Verfasser bei einem 4 J. alten Knaben außer einem 3 cm langen, vermittels zweier fensterartiger Öffnungen mit dem Oesophaguslumen in Verbindung stehenden, submucösen Kanälchen noch ein anderes, welches in der Vorderwand jenes submucösen Kanälchens entsprang, in den linken Lungenhilus mit dem linken Hauptbronchus hineintrat und endlich in den Bronchus zu münden schien. In diesem Falle lag somit eine Kombination der in sonstigen Fällen festgestellten Anomalie mit einer oesophago-bronchialen Fistel vor. Auch in diesem Falle waren die Kanälchen mit geschichtetem Epithel ausgekleidet.

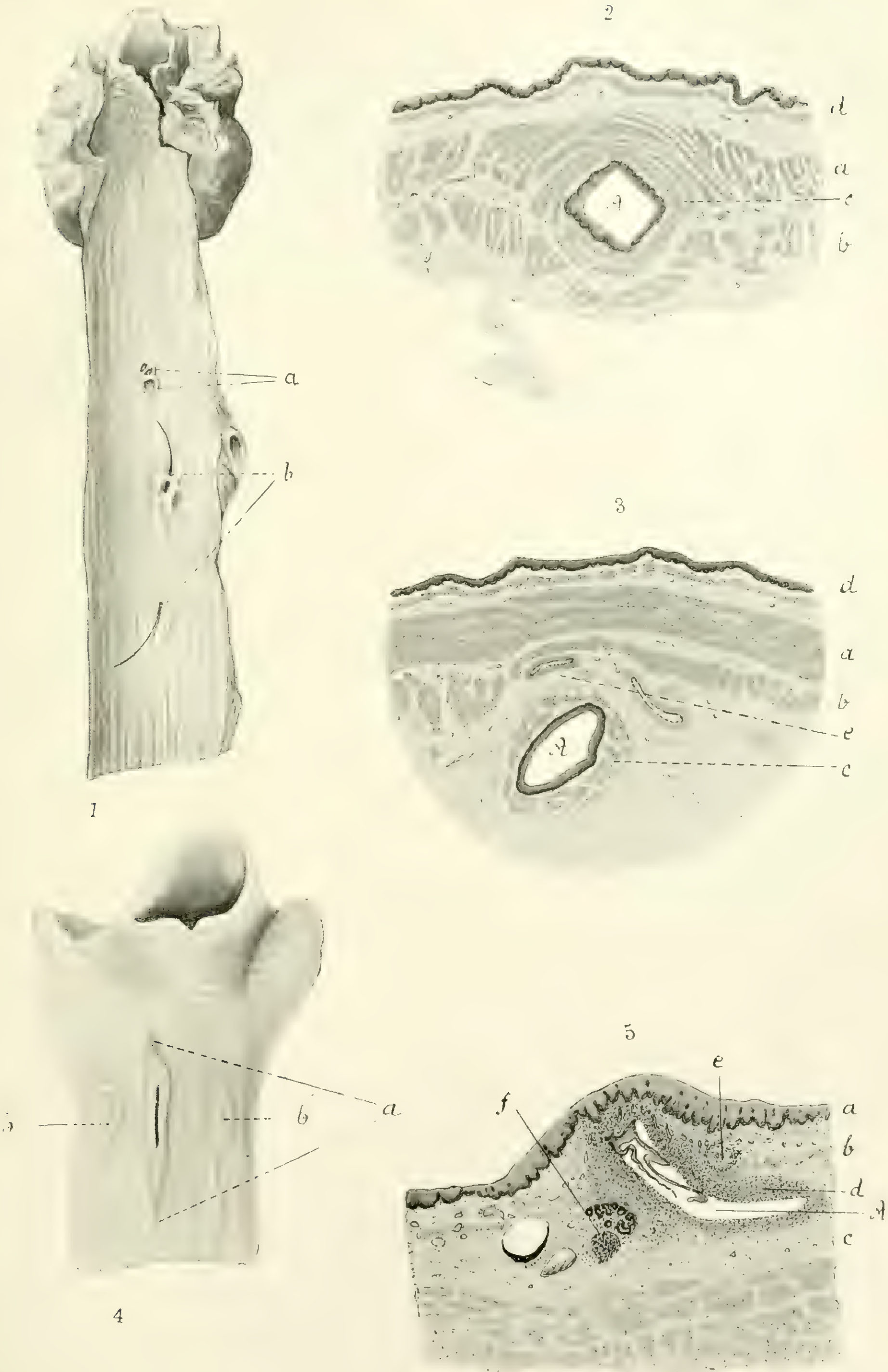
Die von Verfassern beobachtete Entwickelungsanomalie scheint nicht allzu selten vorzukommen; merkwürdigerweise hat sie jedoch bis jetzt keine Beachtung gefunden, denn neben dem obgenannten, im J. 1899 von Ciechanowski beobachteten Falle wurde nur ein einziger Fall von Kathe im J. 1907 (d. i. 8 Jahre nach der ersten Beobachtung der Verfasser) unter dem Namen: „Partielle Verdoppelung der Speiseröhre" veröffentlicht.

Zweifellos handelt es sich bei diesen intraparietalen, in verschiedener Höhe, jedoch konstant in der vorderen Oesophaguswand gefundenen Kanälchen, welche sich an einer oder mehreren Stellen in die Speiseröhre fenster- oder schlitzartig öffnen, sich in die Oesophaguswand bald tiefer, bald seichter hineinsenken, geschichtete, dem Oesophagusepithel ähnliche Epithellage, manchmal eine eigene Muskelhaut und eigene Schleimdrüsen besitzen, um eine Entwickelungsanomalie, welche in derjenigen Periode des Foetallebens entstehen dürfte, in welcher die endgültige Entwickelung des Oesophagus durch Abschnürung der Luftwege zustande kommt.

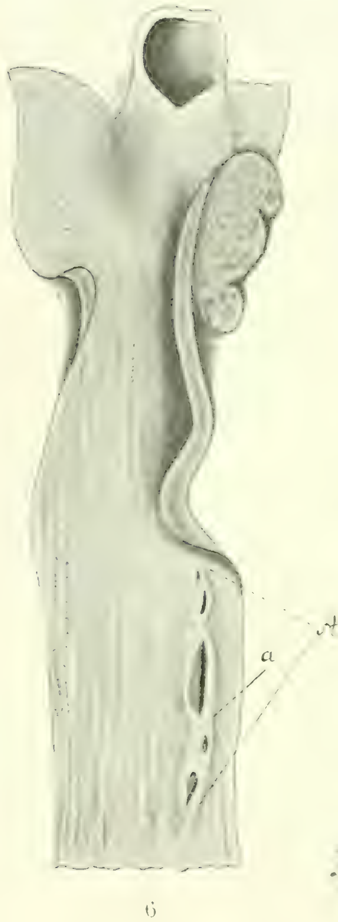
Die Vorgänge, welche sich in dieser Periode des Foetallebens in dem zur Bildung der Speiseröhre und der Atmungsorgane bestimmten Abschnitt des primären Darmrohres abspielen, insbesondere die rinnenartige Ausbuchtung der Vorderwand, ihre Abschnürung, die Bildung von Muscularis mucosae und Muscularis propria

des Oesophagus, werden von Verfassern genau auseinandergesetzt, wodurch sie zu dem Schluß gelangen, daß die Entstehung von kongenitalen oesophago-oesophagealen Fisteln ungefähr in der 3. bis 5. Woche des Foetallebens angenommen werden dürfte. Vor dieser Periode haben die Teilungsvorgänge noch nicht angefangen; nach derselben ist die Abschnürung der Atmungswege aus dem Oesophagus bereits abgeschlossen. In den Fällen, in welchen die intraparietalen Kanälchen die Submucosa der Oesophaguswand nicht überschreiten, d. i. in dem zwischen der Muscularis mucosae und der eigentlichen Muskelhaut des Speiseröhre liegenden Bindegewebe verlaufen, wurde die in die rinnenförmige (später die Atmungswege bildende) Ausbuchtung der Oesophaguswand führende enge Längsspalte durch proliferierendes Epithel nicht rechtzeitig in ihrer ganzen Länge überbrückt und verschlossen. Durch die in dieser Zeit entstehende Ringmuskellage des Oesophagus wurde die Luftröhre von der Speiseröhre abgeschnürt, in der vorderen Oesophaguswand verblieb jedoch noch eine rinnenförmige Epithelausbuchtung, welche durch die später entstehende Muscularis mucosae meistens abgeschnürt wurde und dem intraparietalen Kanälchen Ursprung gab, an einigen Stellen jedoch nicht mehr abgeschnürt werden konnte, wodurch die das Kanälchenlumen mit dem Speiseröhrenlumen verbindenden Öffnungen znrückblieben. In diesen Fällen (Beob. Nr. II, III und IV) dürfte somit die Entstehung von intraparietalen, submucösen Kanälchen der Oesophaguswand auf eine relativ späte Entwickelungsperiode, in welcher die Ringmuskulatur des Oesophagus schon fertig war, bezogen werden.

In den beiden Fällen dagegen, in welchen die Kanälchen tiefer, teilweise sogar nach außen von den beiden Muskulaturlagen der Speiseröhre, verliefen (Beob. Nr. I und V) dürfte die Entstehung der Anomalie in die Periode der Bildung der Muscularis propria des Oesophagus, somit in eine relativ frühere Periode des Foetallebens (im Vergleich mit den Beob. Nr. II, III und IV) zurückverlegt werden. Bei der Entstehung der Muscularis propria der Oesophaguswand liegen die Muskelzellen in der vorderen Oesophaguswand loser, als in der hinteren, und ist auch später der vordere Muskelhalbring schmäler als der hintere; in dem vorderen Muskelhalbring bleiben manchmal stellenweise Lücken, welche manchmal sogar bei älteren, 3 — 4 Monate alten Foeten noch nachzuweisen sind. Falls in der vorderen Oesophaguswand die rinnenförmige, für die



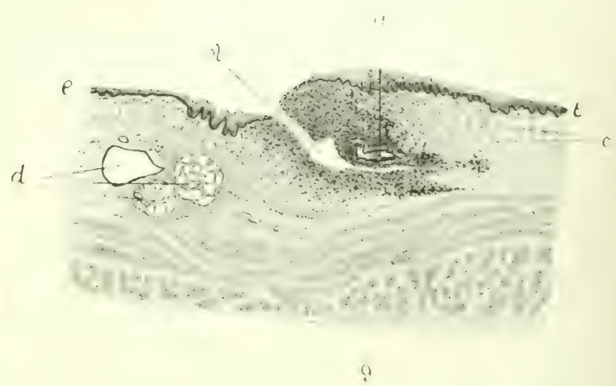
St. Ciechanowski et L. K. Gliński.



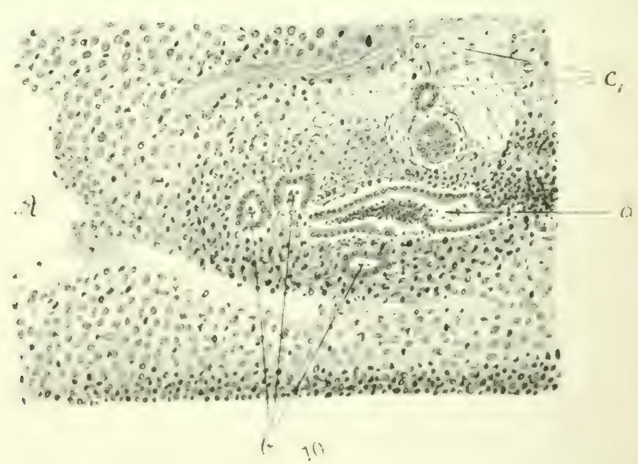
6



7



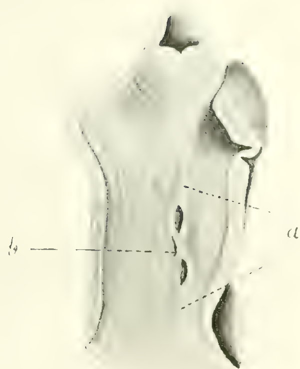
9



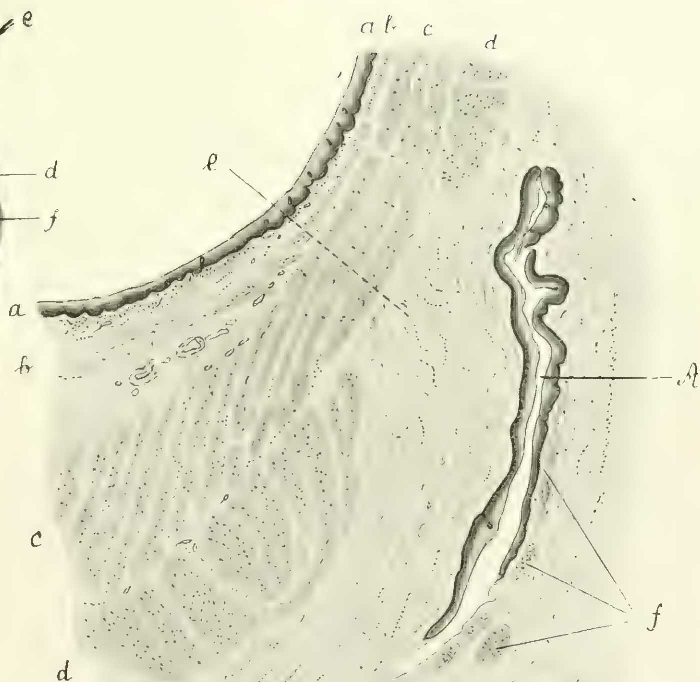
10



11



8



12

Druk. Univ. Jagiell.

Bildung der Luftröhre bestimmte Epithelausbuchtung durch die lückenhafte Ringmuskellage nur teilweise abgeschnürt worden ist, und ihr noch nicht abgeschnürter Teil sich mit dem proliferierenden Epithel nicht vollkommen gefüllt hat, so werden bei weiterer Entwickelung der eigentlichen Muskelhaut des Oesophagus und der Muscularis mucosae die für die Entstehung von tiefer in der Oesophaguswand liegenden, mit dem Speiseröhrenlumen kommunizierenden Kanälchen nötigen Bedingungen geschaffen.

Die von Verfassern geschilderten Entwickelungsanomalien müssen in eine mit den wohlbekannten oesophagotrachealen und oesophagobronchialen kongenitalen Fisteln gemeinsame Gruppe von Entwickelungsanomalien eingereiht werden. Im Vergleich mit den oesophagotrachealen Fisteln stellen die oesophago-oesophagealen Fisteln gleichsam einen leichteren Grad von Entwickelungsstörungen dar, mit dem Unterschied, daß die Folgen der Entwikkelungsstörung desto komplizierter sich gestalten müssen, in je frühere Periode des Foetallebens ihre Entstehung fällt. Unter diesem Gesichtspunkte dürften die in der Beob. Nr. II, III und IV der Verfasser, sowie in Kathe's Beobachtung festgestellten Anomalien (rein submucöse Kanälchen) als erste, die im Fall Nr. I festgestellte Anomalie als zweite, Fall Nr. V als dritte, vollentwikkelte oesophago-trachealen Fisteln als höchste Stufe dieser Anomaliengruppe aufgefaßt werden. Der Beobachtung Nr. VI, welche eine Kombination der oesophago-oesophagealen Fistel mit der oesophago-bronchialen Fistel darstellt, muß eine Sonderstellung eingeräumt werden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Fall Nr. I. a) obere, b) untere oesophago-oesophageale Fistel.

Fig. 2. Querschnitt des unteren Abschnittes der unteren Fistel im Fall Nr. I. A. Intraparietales, von konzentrischen Muskelbündeln (c) umgebenes Kanälchen. a) Muscularis propria interna. b) Muscularis propria externa. d) Oesophagusschleimhaut.

Fig. 3. Querschnitt des mittleren Abschnittes der unteren Fistel im Fall Nr. I. e) Bindegewebe mit Arterien; sonstige Bezeichnungen, wie in Fig. 2.

Fig. 4. Fall Nr. II. Oberer Abschnitt der Speiseröhre. a) Schleimhautvorwölbung, welche dem intraparietalen, durch schlitzförmige Öffnung in die Speiseröhre mündenden Kanälchen entspricht. b) Drüsenagglomerate.

Fig. 5. Querschnitt des unteren Abschnittes der Fistel im Fall Nr. II. A) Spaltförmiges Kanälchen mit teilweise abgelöstem Epithel. a) Oesophagusepithel.

b) Muscularis mucosae. c) Tiefere Schicht der Submucosa. d) Das Kanälchen umgebendes Zellgewebe. e) Mit dem Kanälchen benachbartes Tuberkel. f) Schleimdrüsen.

Fig. 6. Fall Nr. III. A) Schleimhautvorwölbung, welche dem intraparietalen, durch mehrere schlitz- u. fensterförmige Öffnungen mit dem Oesophaguslumen kommunizierenden Kanälchen entspricht. a) Die Stelle, welche im mikroskopischen Bilde in Figur 7 dargestellt ist.

Fig. 7. Querschnitt der Speiseröhrenwand im Fall Nr. III an der in Figur 6 mit a) bezeichneten Stelle. A) Submucöses Kanälchen. a) Muscularis mucosae, welche teilweise das Kanälchen auch von unten her (bei b)) umgreift. c) Oesophagusepithel.

Fig. 8. Fall Nr. IV. Oberer Abschnitt der Speiseröhre. A) Schleimhautvorwölbung mit drei in das intraparietale Kanälchen führenden Öffnungen.

Fig. 9 und 10. Querschnitt der Speiseröhrenwand im Fall Nr. IV an der in Figur 8 mit b) bezeichneten Stelle. Figur 9 bei schwacher, Figur 10 bei starker Vergrößerung. A) Intraparietales, in die Speiseröhre sich öffnendes Kanälchen. a) und b) Drüsenartige Räume in der Nachbarschaft des Kanälchens. c) Muscularis mucosae. c') Einzelne dem Kanälchen benachbarte Muskelbündel der Muscularis mucosae. d) Schleimdrüsen. e) Oesophagusepithel.

Fig. 11. Fall Nr. V. a) Obere, b) untere Fistelmündung. c) Seichtes Schleimhautgrübchen. d) Inneres des eigentlichen Divertikels. e) Borste.

Fig. 12. Querschnitt der Oesophaguswand im Fall V an der in Figur 11 mit f) bezeichneten Stelle. A) Spaltförmiges Kanälchen. a) Oesophagusepithel. b) Muscularis mucosae. c) Muscularis propria interna. d) Muscularis propria externa. e) Lücke der äußeren Muskelhaut. f) Dem Kanälchen benachbarte Muskelbündel.

---

21. *Nalistne i pasorzytne grzyby Jawy. — Parasitische und epiphytische Pilze Java's.* — Mémoire de M. **M. RACIBORSKI** m. c.

Übersicht.

Piptocephalideae: Syncephalis, Syncephalastrum.
Ustilagineae: Ustilago. Tolyposporium. Cintractia. Farysia.
Platygloae: Helicobasidium, Platygloea.
Coleosporieae: Goplana.
Septobasidieae: Ordonia. Mohortia. Septobasidium.
Exobasidieae: Exobasidium.
Tulasnellaceae: Tulasnella.
Myriangieae: Haematomyxa, Myriangium.
Atichieae: Atichia.
Perisporiaceae: Aspergillus. Balladyna. Alina. Dimerosporium. Hyaloderma.

Microthyriaceae: Myiocopron, Micropeltis, Polystomella, Trichopeltis, Trichothyrium, Heterochlamys, Scolecopeltis, Clypeolum.

Sphaeriaceae: Herpotrichia, Acanthostigma, Gibberidea, Lizonia, Melanomma, Guignardia, Metasphaeria, Ascospora, Didymella, Paidania, Myrmaecium, Botryosphaeria.

Pezizineae: Helotium.

Die artenreichsten javanischen epiphyllen Pilze, nämlich Asterina und Meliola habe ich in der vorliegenden Abhandlung nicht berücksichtigt.

Syncephalis bispora Rac. Abbildung Fig. 1 und 2.

Haft- und Nährhyphen auf Mucorineen parasitisch lebend, 2—10 μ dick, farblos, nicht septiert. Sporenträger gerade, gegen die Basis nur wenig dicker als unterhalb der Spitze, 400 — 600 μ lang, 20—30 μ dick, an der Spitze kuglig angeschwollen und da (ohne die Sporen) 40—50 μ breit. An dieser Anschwellung stehen, dicht nebeneinander, auf dünnen Sterigmen zylindrische Sporen, deren jede bei der Reife in 2 Teilsporen zerfällt. Sterigmen zylindrisch, 10 — 12 μ lang, 1 — 1·5 μ breit, gerade, unverzweigt, Teilsporen lang ellipsoidisch, farblos, dickwandig, 12—14 μ lang, 5—6 μ dick, beiderseits abgerundet.

Parasitisch auf *Circinella spinosa* auf Ziegenmist in Kagok bei Tegal.

Syncephalastrum javanicum Rac. Fig. 3.

Luftmycel spinnwebeartig mit bis 2 mm hohen Konidialträgern. Diese sind sympodial aufgebaut, die Enden der Äste kopfförmig angeschwollen und da 90 — 160 μ breit. Köpfchen mit dicht nebeneinander stehenden, konisch zylindrischen Mutterkonidien bedeckt. Die Mutterkonidien werden durch 7 Querwände in 8 Teilkonidien geteilt, welche sich abrunden und zerfallen. Die Teilkonidien sind 3—5 μ breit, 4—7 μ lang, glatt, eiförmig oder kuglig, grauschwarz, in der Masse schwarz. Nach dem Abfallen der Konidien erscheint die Oberfläche der columellaartigen Erweiterung höckerig, Sterigmen fehlen, Zygoten unbekannt.

Sehr häufig in dem kranken Bibit des Zuckerrohrs in Klidang bei Pekalongan, jedoch wahrscheinlich nur saprophytisch lebend. Infektionsversuche mit gesunden Rohrstücken mißlangen. Von *S. racemosum* Cohn durch die im Verhältnis zur Columella kurzen Ko-

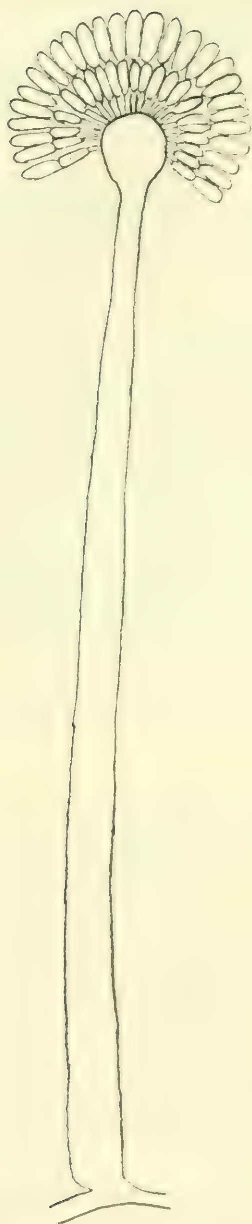


Fig. 1. Ein Sporenträger.



Fig. 2. Zwei Mutterzellen mit Sterigmen, beide schon in Teilsporen zerfallen.

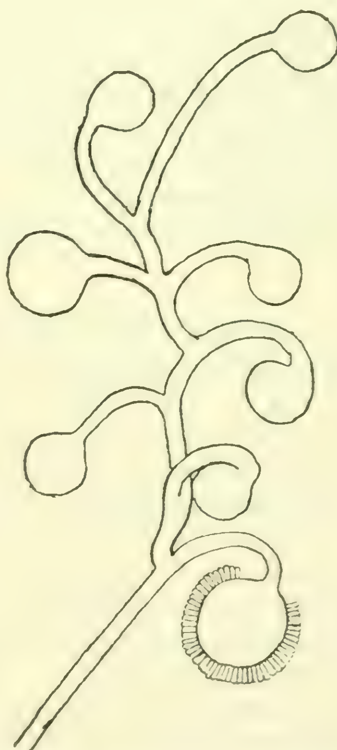


Fig. 3. Eine sporenbildende Lufthyphe.

nidien verschieden. Manchmal kommen Durchwachsungen der Columella zustande, indem an Stelle einer Mutterspore eine gestielte Columella emporwächst, die an der Oberfläche mit Muttersporen sproßt.

Ustilago Nawaschini Rac.

Infizierte Knospen nehmen die Größe und Gestalt von gesunden Früchten an, sind jedoch von orangegelbem Pulver erfüllt. Das Mycelium entwickelt sich in den Pollensäcken, in welchen aus der Schicht der Tapetenzellen nach innen sehr dünne Hyphen emporragen, welche apikal die runden Teleutosporen zu mehreren nebeneinander bilden. Die Sporenballen fallen bei der Reife auseinander. Teleutosporen genau kuglig, dünnwandig, hellgelb, 13—16 μ breit, sehr fein punktiert. An der Oberfläche des Wassers keimend, bilden sie zylindrische, farblose, bis 3 μ dicke, 50 — 80 μ lange Basidien, welche sich in je 2 — 4 Zellen teilen. An der Spitze jeder Basidienzelle bilden sich kleine, glatte, kuglige, sitzende, 2·5 μ breite Basidiosporen, gewöhnlich zu vier nebeneinander, und dann ist die tragende Basidienzelle plasmaleer. An der Durchbruchstelle der Teleutosporenmembran bildet sich gewöhnlich auch eine Basidiospore. Manchmal ist die Basidie (?) verzweigt, dann erscheint sie gabelig mit einem einzelligen Ast mit 4, und einem dreizelligen mit zusammen 12 Basidiosporen.

In den Blüten einer *Pollia* sp. (Commelynaceae) in Buitenzorg von Prof. Dr. S. Nawaschin zuerst entdeckt. Es erscheint mir zweifelhaft, ob bei dieser Ast die ganze Keimhyphe der Dauerspore oder eine jede ihrer Teilzellen, welche je 4 Basidiosporen bildet, als Basidie bezeichnet werden soll. Die Entscheidung wird nur durch die Erforschung der Kernverschmelzung zu erbringen sein.

Tolyposporium bogoriense Rac.

Der Pilz wuchert in jungen, noch geschlossenen Blütenständen und zwischen den sie umhüllenden Blättern, aus welchen endlich ein feiner, langer und sehr dünner, gewöhnlich gekrümmter, anfangs schwarzer Faden nach außen hervorragt (Rest eines mit Sporen bedeckten, unentwickelten Blattes). Sporen bilden sich in Ballen, die zum Teil nicht zerfallen, zum Teil dagegen sich in einzelne Sporen auflösen. Sporen braunschwarz, dickwandig, unregelmäßig kuglig, 13—18 μ breit, fein punktiert.

Auf *Panicum* sp. an beschatteten Stellen des botanischen Gartens in Buitenzorg sehr häufig.

Die Sporenballen sind rundlich oder länglich, bleiben manchmal sehr fest verwachsen und zerfallen bei Druck nicht. In Regenwasser oder 2 % Glukoselösung ausgesät keimen sie sehr rasch (schon nach 8 Stunden). Jede Zelle bildet eine gerade, 2·5 — 3 μ dicke, 28 — 38 μ lange Basidie, welche durch 3 Querwände in 4 Zellen geteilt wird. Die unterste Zelle ist von der Brandspore nicht abgetrennt, sehr kurz, häufig etwas dicker als die oberen. Jede Teilzelle der Basidie produziert apikal oder subapikal auf einer kurzen Sterigme eine zylindrische, gerade Basidiospore, welche 2—2·5 μ dick, 17—20 μ lang wird. Die Basidiosporen teilen sich nur selten bei dem weiteren Wachstum, anastomosieren gewöhnlich zu zweien und treiben sehr dünne Hyphen aus.

Cintractia Cornu.

Von dieser Gattung habe ich auf Java drei Arten gesammelt und konnte bei zweien deren eigentümliche Keimung der Dauersporen untersuchen.

Die Sporen keimen gleich nach der Reife, z. T. schon in den Sori, in Wasser oder in Glukoselösung schon nach 2 — 6 Stunden. Bei *C. javanica* ist die äußere, braune Wand der Dauerspore an einer Stelle gewöhnlich lappig zersprungen, die innere wächst nach außen und bildet eine gerade, zylindrische, anfangs einzellige Basidie. Diese wird jetzt von der leeren Mutterdauerspore abgetrennt und befreit. Es bildet sich nämlich unterhalb der abgegrenzten Basidie, dicht an der Grenze der Dauerspore ein farbloses Membranknöpfchen, welches gleich verschleimt, und dadurch wird die noch einzellige Basidie frei. Diese wächst jetzt bis zu einer Länge von 60 — 80 μ aus, erscheint als eine farblose, dünnwandige, zylindrische Zelle von 8—10 μ Dicke und teilt sich erst nach etwa 24 Stunden durch Querwände. Gewöhnlich sind 3 Querwände zu sehen, doch sind die längeren Basidien, wenn auch seltener, achtzellig. An den Querwänden ist die Basidie nicht, oder nicht deutlich eingeschnürt. Die Zellen der septierten Basidie bilden erst nach etwa 48 Stunden durch seitliche Sprossung je eine Basidiospore, doch bilden sich die einzelnen Basidiosporen einer Basidie nicht gleichzeitig. Die Basidiosporen sind schmal oval, 3·5 — 5·5 μ dick, 14 — 18 μ lang und bilden durch Sprossung neue Konidien.

Endlich teilt sich jede Konidie durch eine Querwand, bildet oberhalb derselben eine niedrige Schnalle und treibt da die Keimhyphe,

Die Dauersporen der *Cintractia spicularum* keimen unter denselben Bedingungen ebenso leicht und auf ähnliche Weise. Die Basidien werden ebenso frei, sind jedoch nur 32—40 μ, ausnahmsweise bis 55 μ lang, 8 μ dick, teilen sich sehr schnell quer in 4 Zellen, wobei die Basidie an der mittleren Querwand deutlich eingeschnürt wird. Selten sind achtzellige Basidien zu finden. Die Basidienzellen bilden sehr rasch durch seitliche Sprossung je eine Basidiospore, diese haften an der Basidie länger, so daß häufig an einer Basidie zu gleicher Zeit 2—4 Basidiosporen zu finden sind, was bei *C. javanica* unter gleichen Kulturbedingungen nie vorkommt. Die Basidiosporen treiben neue Konidien.

Cintractia bildet also den bis heute bei den Ustilagineen einzig dastehenden Fall, wo die Basidie von der Dauerspore abgeworfen und frei wird. Sogar vor dem Abwerfen wird sie nicht an einer Traghyphe gebildet, sondern sitzt an der sehr kurzen, verschleimenden Papille der Dauersporenintine.

Cintractia javanica Rac. Fig. 4.

Sori schwarz, anfangs von einer dünnen Hülle umgeben, nachher zerstäubend, zylindrisch, 1 — 3·5 cm lang, 2·5 — 4 mm dick, unterhalb der Blütenköpfchen die Blütenstandstiele umziehend. Eine Differenzierung der sterilen und fertilen radiären Partien ist in dem reifen Sorus nicht sichtbar, die ganze Oberfläche ist fertil. (Vielleicht ist jedoch eine solche Differenzierung in jüngeren Stadien, die ich nicht untersuchen konnte, vorhanden). Sporen braunwandig, in der Masse schwarz, pulverig, d i c h t mit unregelmäßigen Wärzchen bedeckt, welche entweder ganz unregelmäßig sitzen, oder hie und da zu Reihen angeordnet, an einer Stelle mit einem runden, mehr farblosen Porus, kuglig oder verflacht, ausgewachsen nicht eckig, 16 — 19 μ breit und lang.

In den Infloreszenzen des *Cyperus* sp. gleich hinter dem Pasangrahan in Soekanegara, Preanger.

Cintractia axicola Cornu soll glatte oder fast glatte Sporen haben, *C. Krugiana* Mag. hat kleinere Sporen. Var. *usambarensis* Hennings scheint der unsrigen am nächsten zu stehen, vielleicht sogar mit derselben identisch zu sein, doch fehlen bei der javanischen


Fig. 4.

Spezies die breiten, sterilen Partien in den Sorus, wie solche *C. Krugiana* besitzt.

Cintractia spicularum (Juel) Fig. 5.

Syn. *C. axicola* (Berk.) *f. spicularum* Juel in dem Werke „Die Ustilagineen und Uredineen der ersten Regnellschen Expedition“ (S. 7. Tab. 1, Fig. 2; Taf. II, Fig. 6—7).

Die Ährchen werden zu einer Peridie umgebildet, welche oval oder eiförmig, bis 2·5 mm breit, bis 3 mm lang wird, weißrötlich ist, und an der Spitze sternartig zerreißt. Die Peridialhülle ist aus sterilen, kugligen Zellen gebildet, wird dick und fest, und bleibt lange erhalten. Im Innern derselben liegt die lose, schwarze Sporenmasse. Die Ährchenachse ist von den Hyphen dicht verwebt und bildet nach außen eine dicke Lage von radiären Hyphen, welche abwechselnd sterile und dazwischen liegende, von außen von einer dicken Peridie umgebene Sporenpartien liefern. Die Sporen sind kuglig oder etwas verflacht, nicht eckig, mit einer dicken, braunen, glatten Membran, 13—18 μ lang und breit, mit je einem mehr farblosen Porus. Die sterilen Zellen der Peridie sind kuglig, 5—12 μ breit, dünnwandig.



Fig. 5.

In den Blüten von *Cyperus* sp. in Soekanegara Preanger. Ob generisch von *Didymochlamys* P. Hen. verschieden?

Cintractia axicola Cornu.

An der Basis des zusammengesetzten Blütenstandes wird gewöhnlich ein Ährchen infiziert, in dem Wachstum gehemmt und zu einem schwarzen, 1 mm dicken, zylindrischen, 1—4 mm langen, anfangs dünn behäuteten Pilzfruchtkörper verwandelt. Nicht die ganze Oberfläche fruktifiziert, sondern es werden zwischen den fertilen ebenso breite, radiär gestreckte, dunkle, steril bleibende Pilzwebestreifen sehr deutlich ausgebildet. Sporen kuglig oder unregelmäßig kuglig, häufig etwas verflacht, 15—19 μ lang und breit, braunschwarz, ihre Wand ist sehr fein warzig.

Auf den Sawahfeldern bei Buitenzorg. auf *Rhynchospora* sp. Leider in spärlichen Exemplaren unmittelbar vor der Abreise gefunden und deswegen nicht näher untersucht.

Farysia, nov. Ustilaginearum genus. Fig. 6.

Die infizierten Blüten werden durch die Hyphen verwebt, gallenartig erweitert. und bilden radiär nach außen wachsende Hyphenbündel. welche auf ihrer Oberfläche die Sporen tragen. Fruchtkörper des Pilzes anfangs geschlossen. nachher offen und durch die sehr zahlreichen Capillitiumstränge pinselartig flockig. Die Dauersporen kugelig, einzeln, seitlich auf dem oberflächlichen, septierten Hyphen der Capillitiumstränge gebildet, mit einer Hyphe gleich keimend. Die Keimhyphe bildet an ihrer Spitze eine lange Basidiospore. Nach dem Abfallen derselben wandert das in der Dauerspore gebliebene Plasma in die zweite Basidiospore, welche entweder unterhalb der abgefallenen ersten, oder häufiger auf einem Seitenast der Keimhyphe abgegliedert wird. Die Basidiosporen treiben endständige Konidien.



Fig. 6.

Die Gattung scheint durch ihr Capillitium ein Analogon zu der Gattung *Graphiola* zu bilden. Die Sporen keimen in Wasser oder Glukoselösung nach wenigen Stunden auf ähnliche Weise wie bei *Anthracoidea subinclusa* Bref. Keimhyphe gerade, 80—100 μ lang, 1·5—2 μ dick, die apikale Basidiospore 40—60 μ lang, 1·5—2 μ dick. Basidiosporen bilden nach dem Abfallen apikal neue Konidien, die immer kürzer werden. endlich nur 8—10 μ lang sind. Von *Cintractia* durch ihr hygroskopisch bei dem Verbreiten der Sporen tätiges Capillitium. so wie durch die Keimung der Dauerspore verschieden.

Farysia javanica Rac. (vielleicht mit *Cintractia Merillii* Hennings identisch?).

Die Fruchtkörper bald in allen. bald nur in einzelnen Blüten eines Blütenstandes vorhanden, gelbbraun, kuglig, 1·5—2·5 mm breit, flockig. Capillitiumstränge 1—2 mm lang, 15—30 μ an ihrer Basis dick. unverzweigt oder gegen die Spitze in 2—3 noch dün-

nere Stränge sich teilend. aus zahlreichen fest verklebten, bräunlichen Hyphen, die reich septiert und 1·5—2·5 μ dick sind. gebildet. Die oberflächlichen Hyphen bilden seitlich stiellose, kuglige, braune Sporen. Sporen mit dicker, mit Wärzchen und kurzen Leisten dicht bedeckter Haut. In der Äquatorialgegend der Sporen sind die Leisten länger als gegen die Pole. Sporen 9—12 μ dick.

In den Infloreszenzen von *Carex* sp. in Preanger bei Tjampaka, Soekanegara und Tangeung.

Helicobasidium incrustans Rac.

Mycelium ist chocoladebraun und wie mit einem dichten, lederigen, 60 — 170 μ dicken, zusammenhängenden, am Rande radiär wachsenden, bis 1 dm breiten Überzug die Unterseite der Blätter überziehend. Die Hyphen leben epiphytisch, dringen in das Blattgewebe nicht ein und scheinen den grünen Blättern wenigstens bei manchen Arten nicht zu schaden. Hyphen rötlichgelb, mit Ausnahme der apikalen Teile und der Basidien, anfangs eine sehr dünne, flache, mit Kutikula verklebte Lage bildend, aus welcher sehr zahlreiche Äste gleichmäßig dicht, wagerecht abstehend emporwachsen. Vereinigte Äste werden zu unverzweigten, geraden, sterilen, an der Basis bis 3 μ dicken Borsten, die meisten sind dagegen nur bis 2 μ dick, reich verzweigt, und diese bilden seitlich unzählige, zurückgebogene kurze Äste, welche vielfach wiederum zurückgebogene, bogige Stachelchen tragen. Manche Endverzweigungen laufen in eine kleine, die unebene Oberfläche des schwammigen Lagers erreichende, an der Spitze kuglig erweiterte. bis 5 μ breite Blase aus, welche nicht abgetrennt wird und mit den Teleutosporen nur eine äußere Ähnlichkeit, sonst nichts gemeinsames besitzt.

An den Hyphen, etwas unterhalb der Oberfläche des Lagers werden die Basidien als seitliche Auswüchse, an jeder Hyphenzelle je eine Basidie, basifugal gebildet. Diese sind farblos, 5—6 μ dick, 20—28 μ lang, nie gerade, manchmal fast spiralig, oder am häufigsten ganz unregelmäßig gedreht, vierzellig, und in dem Hyphengewirr immer ganz versteckt. An jeder Basidienzelle wird ein sehr dünnes und langes (manchmal bis 60 μ langes) Sterigma gebildet, welches an der Spitze eine spindelförmig lineare, farblose und glatte 3·5—4 μ dicke, 18—24 μ lange, gerade Basidiospore trägt.

Auf der Unterseite verschiedener Blätter z. B. *Adinandra, Jambosa, Pavetta* epiphytisch lebend. Bei *Pavetta* vergilbt die Blattfläche

unter dem Pilzlager. Häufig am Westfuß des Pangerango oberhalb Tjitjuruk.

Ich habe die Art in die Gattung *Helicobasidium* (*Stypinella*) versetzt, trotz der differenzierten, sterilen Hyphenborsten des Fruchtkörpers. Das Hyphengewirr mit den zurückgekrümmten Ästen erinnert stark an das Hymenialgewebe des *Pilacre Petersi.*

Platygloea Hymenolepidis Rac.

Die Sporen keimen auf der Oberfläche des jungen Blattes. die Keimhyphe dringt in die Epidermzelle. deren Membran an der Durchbruchstelle gebräunt wird, verzweigt sich reichlich im Inneren der Zelle und treibt endlich nach außen die langen, in Schleim eingebetteten Hyphenbündel. Vom Pilz werden gewöhnlich so zahlreiche Epidermzellen angegriffen. daß bei makroskopischer Prüfung die Oberfläche des Blattes mit einer zusammenhängenden Schleimdecke überzogen erscheint, während in der Tat nur getrennte, jedoch zahlreiche und dicht nebeneinander gelagerte Hyphenbündel verkleben. In den Epidermzellen sind dicht korkzieherartig gewundene Hyphen (Haustorien) vorhanden, in die Mesophyllzellen, die dabei stark hypertrophieren, dringen dagegen nur wenige ein.

Die äußeren Hyphenbündel, die im Schleim eingebettet nach außen treten. sind sehr regelmäßig gebaut. Die Hyphen wachsen apikal. sind 4—5 μ dick, septiert, ohne Schnallen, farblos. Gewöhnlich wächst jede Teilzelle der Hyphe an ihrem apikalen Ende zu einem Ast hervor, der wie die Mutterhyphe weiter wächst und septiert wird, oder es werden die Seitenäste erster oder zweiter Ordnung zu Basidien, die sich basifugal bilden. Im Verlauf einer älteren Traghyphe kann man die ganze Entwicklungsgeschichte der Basidiosporen leicht beobachten, da an der Basis sehr alte. schon entleerte Basidien sitzen, gegen die Spitze aber sich junge bilden. Die jungen Basidien sind anfangs eiförmig, bedeutend dicker. als die Traghyphen. mit Plasma dicht erfüllt, nachträglich werden sie eiförmig länglich und krümmen sich bogig nach oben, endlich wachsen sie gewaltsam in die Länge, wobei ihr Plasma in die Spitze einwandert, sind jetzt zylindrisch, 250—400 μ lang, im unteren Teil ganz plasmaleer, an der Spitze in vier bis 8 μ dicke und bis 20 μ lange Zellen quer geteilt. Jede dieser Teilzellen treibt jetzt seitlich eine sehr lange (bis 100 μ), aber nur 2—3 μ dicke Hyphe hervor (Sterigma), welche bis an die Oberfläche der weißen Schleimmasse ge-

langt und da eine länglich ovale, 14 — 18 μ lange, 3 — 4 μ dicke Basidiospore bildet.

Auf Blättern des *Acrostichum (Hymenolepis) spicatum* auf dem Gedeh. Der Infektion unterliegen nur ganz junge, noch zarte Blätter. Solche sind bei nassem Wetter mit einer bis 0·8 mm dicken, unebenen, höckerigen, weißen und glänzenden Schleimschicht beiderseits überzogen. Die Blattfläche erscheint dabei krankhaft gebogen und gekräuselt. Infizierte Blätter verfaulen nachher teilweise, teilweise leben sie aber nach dem Verschwinden des reifen Parasiten noch weiter.

Goplana Rac.

a) Sterile, eine Pseudoperidie rings um das Fruchthäufchen bildende Hyphen fehlen. *Goplana Aporosae.*

b) Eine aus losen, sterilen, keulenförmigen Hyphen gebaute Pseudoperidie vorhanden.

1. Fruchtkörper weiß. Neben dem interzellularen auch ein epiphylles Mycelium vorhanden. *G. mirabilis.*
2. Fruchtkörper gelblich. Epiphylles Mycelium fehlt. *G. Micheliae.*

Goplana mirabilis Rac.

Auf den Blättern bilden sich runde, oberseits hellgrüne, unterseits schneeweiße Flecke, welche radiär wachsen, nachher vertrocknen und 0·5 — 1·5 cm breit sind. Die Basidiosporen keimen auf den Blättern und bilden ein interzellulares und ein anderes epiphylles Mycelium. Das epiphylle Mycelium wächst horizontal an die Kutikula der Blattunterseite angedrückt, ist einschichtig, farblos, und besteht aus radiär wachsenden, breiten, tief gelappten Zellen, deren Lappen tief am Scheitel gebuchtet sind. Die Lappen der Nachbarzellen wachsen in diese Buchten hinein, und so entsteht eine zusammenhängende, mosaikartige Lage, welche an manche epiphylle *Chroolepideae* erinnert. Da, wo eine Spaltöffnung in der Epidermis vorhanden ist, wachsen mehrere Hyphen in die Innerzellularen der Pflanze hinein, verzweigen sich da, sind reichlich septiert, dringen bis zu den großen Zellen der Epidermis der Oberseite vor und entsenden reichlich Haustorien in das Innere der Zellen. Die Haustorien sind bald kurz und keulenförmig angeschwol-

len, bald länger oder sogar knäuelförmig verzweigt. Die Teleutosporensori bilden sich auf der Unterseite der Blätter, sind 60—200 μ breit, rund, fast halbkugelig, schneeweiß, über die Epidermis emporragend, nicht schleimig, jedoch weich, und werden nicht unterhalb der Epidermis angelegt, sondern bilden sich erst an der Oberfläche auf dem epiphyllen Mycelium. Am Rande eines Sorus sind die sonst den Teleutosporen ähnlichen Zellen steril, auch breiter und kürzer als die anderen und bilden eine wenig deutliche Pseudoperidie, deren lose Zellen glatt, keulenförmig, farblos oder blaßgelblich, 10—14 μ breit, 30—44 μ lang und an der Spitze abgerundet sind. Die Teleutosporen bilden sich zunächst apikal auf einer kurzzelligen Hyphe, deren subapikale Zelle gleich eine oder zwei neue Teleutosporen bildet, und so löst sich ein Teleutosporensorus durch Druck in sehr zahlreiche büschlig an der Basis zusammenhängende Teleutosporen. Die einzelnen Teleutosporen sind glatt, zylindrisch oval, an der Spitze abgerundet, farblos oder blaßgelblich, dünnwandig, ohne Poren, 9—11 μ breit, 32—65 μ lang, gerade oder etwas gebogen, an der Basis durch eine dünne Querwand abgegrenzt, nicht abfallend, gleich auf der Pflanze keimend. Das Plasma jeder Teleutospore wandert etwas nach oben, so daß an der Basis ein (wenige bis 8 μ hoher,) leerer Raum entsteht, der wiederum durch eine Querwand abgetrennt wird, während der obere, mit Plasma dicht erfüllte Raum sich zweimal querteilt und vier Basidienzellen bildet. Die Basidienzellen treiben gleich verschieden lange (12—40 μ) Sterigmen, an deren Spitze sich je eine farblose, breit eiförmige, 8—12 μ breite, 10—14 μ lange Basidiospore bildet.

Auf den Blättern der *Meliosma* sp. in Djasinga westlich von Buitenzorg.

Eine durch ihr z. T. epiphylles Mycelium ausgezeichnete Art.

Goplana Aporosae Rac.

Auf den Blättern bilden sich runde, zunächst gelbgrüne, später orangegelbe Flecke von 1—8 cm Breite. Im Mesophyll dieser Flecke wuchert zwischen den Zellen ein septiertes, 5 — 8 μ dickes Mycel, welches unterhalb der Epidermis der Blattunterseite, besonders unterhalb der Spaltöffnungen sich dichter ansammelt und da die Fruchtkörper bildet. Die Fruchtkörper sind rundlich, gelblich-gelatinös, 60—200 μ breit, sehr dicht nebeneinander stehend und bedecken die ganzen verfärbten Flecke auf der Unterseite. Para-

physen oder Pseudoperidie fehlen. Von dem Boden des Hymeniums wachsen zahlreiche zylindrische, schwach gelbliche Hyphen dicht gedrängt nach außen, ihr Plasma wandert gegen die Spitze, die Epidermisdecke wird dabei gesprengt. Die sehr dünnwandigen Basidien, welche in keinem Stadium der Entwickelung den Teleutosporen ähneln, sind 50—62 μ lang, 7—9 μ dick, teilen in dem apikalen Teil ihr Plasma in vier Zellen durch horizontale Wände. Jede dieser Zellen treibt gleich ein Sterigma (12—30 μ lang), auf welchem je eine rundlich eiförmige, glatte, dünnwandige und farblose, 7 μ lange Basidiospore gebildet wird.

Auf den Blättern der *Aporosa microcalyx* Hasskr. in Tjampea bei Buitenzorg.

Die Art unterscheidet sich von *G. Micheliae* Rac. durch das Fehlen der Pseudoperidie. Die Basidien sind hier besonders dünnwandig. Als eines der Unterscheidungsmerkmale gegen *Coleosporium* kann man das Verhalten der Basidie betrachten. Bei *Coleosporium* teilt sich diese zuerst in 2, nachher in 4 Zellen, welche ihren ganzen Raum ausfüllen. Bei *Goplana* wandert das Plasma durch Schrittwachstum gegen die Spitze der Basidie; unterhalb der vier Basidienzellen befindet sich ein langer, entleerter, basaler Raum der Basidie.

Septobasidiaceae.

Epiphyte, meist dunkel gefärbte Pilze, bilden umfangreiche, flach ausgebreitete, spinngewebeartige oder schwammige Lagen, welche entweder ganz zu Hymenien werden, oder aus der oberflächlichen hymenialen und einer bis mehreren darunterliegenden sterilen Schichten bestehen. Apikal oder seitlich auf den Myceliästen bilden sich kuglige, dünnwandige, porenlose, einzellige Teleutosporen, welche bald, ohne abzufallen, mit einer langen Basidie keimen. Die Basidie wird in 4 Zellen durch quere oder etwas schiefe Wände geteilt, deren jede auf einem Sterigma eine-längliche, glatte Basidiospore bildet.

Die *Septobasidien* gehören zu den häufigsten Epiphyten auf Java und sind ebenso häufig an Baumstämmen, Ästen, wie auf Blättern vorhanden. Manche sind der Tragpflanze schädlich, ohne parasitisch zu leben. Die schwammigen Lager saugen das Wasser begierig auf, behalten es längere Zeit und ermöglichen so die epiphytische Lebensweise derselben. Die systematische Ordnung und Trennung

der Arten bereitet dem Beobachter große Schwierigkeiten; ich habe endlich die sehr natürliche Gruppe der javanischen Septobasidien in drei Untergruppen auf Grund ihres morphologischen Baues geteilt, die man als Genera oder Subgenera betrachten kann. Es sind folgende Gruppen: *Ordonia*, bei welcher der Vegetationskörper, ähnlich wie bei *Tomentella*, eine spinngewebeartige, nichtdifferenzierte Lage bildet; *Mohortia*, bei welcher das Lager aus zwei Lagen, einem basalen, sterilen, und einem oberflächlichen Hymenium besteht, und endlich *Septobasidium*, bei welchem zwischen der basalen und der hymenialen oberflächlichen noch eine mittlere Säulenschicht vorhanden ist, auf welcher das Hymenium gewölbeartig ausgestreckt liegt.

Ordonia nov. genus.

Mycelium aus braunen, verzweigten, epiphytisch wachsenden, spinngewebeartigen Hyphen bestehend, ähnlich wie bei *Tomentella* oder *Hypochnus*. An den horizontal kriechenden Hyphen entstehen seitlich sitzende, kuglige Teleutosporen einzeln. Diese bilden, ohne abzufallen, eine gerade, vierzellige Basidie, mit 4 länglichen Basidiosporen.

O. orthobasidion nov. sp.

Auf der Unterseite der befallenen Blätter erscheinen zunächst rundliche, nachher verwachsende, äußerst dünne Rasen, die aus septierten, braunen, verzweigten, 2—4·5 μ dicken, gekreuzt verlaufenden, der Kutikula fest anliegenden Hyphen bestehen. An diesen Kriechhyphen bilden sich als seitliche Auswüchse kuglige, glatte, einzellige, anfangs farblose, nachher braunwandige Teleutosporen, welche 16—20 μ breit sind und längere Zeit nicht keimen. Die Teleutosporen sitzen also ganz unbedeckt an der Oberseite des mycelialen Anfluges. Sie keimen, ohne abzufallen, subapikal (nicht apikal) mit einer geraden, ungestielten Basidie, welche zylindrisch, 58—72 μ lang, 7—9 μ breit, ganz mit Plasma erfüllt und durch 3 Querwände geteilt ist. Jede Basidienzelle bildet auf einem kurzen Sterigma eine 5—6 μ breite, 23—26 μ lange, zylindrische, etwas gekrümmte Basidienspore.

Auf der Unterseite der Blätter einer *Tetranthera* sp. am Westfuß des Pangerango, oberhalb Tjitjuruk.

Mohortia Rac.

Bildet flache Polster, welche aus zwei Schichten zusammengesetzt sind: einer basalen, mit lose verwebten, und einer hymenialen, mit dichter gelagerten Hyphen, an denen sich die Teleutosporen bilden. Die hymeniale Lage ist an älteren Exemplaren infolge ihres lange andauernden Wachstums dick, im unteren Teil mit entleerten Resten der Teleutosporen erfüllt. Basidien quergeteilt, vierzellig.

Von *Septobasidium* vegetativ verschieden durch das Fehlen der aus Hyphen aufgebauten Säulen, welche die hymeniale Lage tragen, sonst ganz einem *Corticium* ähnlich.

M. tropica Rac.

Bildet auf der Rinde unregelmäßig begrenzte, 5—12 mm breite flache, kompakte, jedoch weiche, bis 1 mm dicke Lagen von aschgrauer Farbe. In der unteren Hälfte besteht der Fruchtkörper aus einer Lage steriler, brauner, septierter, sehr lose verwebter Hyphen, welche sich in allen Richtungen schlängeln und verzweigen, ohne eine Andeutung zur Bildung von vertikalen Strängen aufzuweisen. Nach oben zu gehen diese 3—4 μ dicke Hyphen in eine dichte Lage über, deren Hyphen 2—3 μ dick, die oberflächlichen farblos und häufig zurückgebogen sind. An diesen Hyphen bilden sich seitlich (in jungen Hymenien, dicht unterhalb der Oberfläche) kuglig ovale, 15—18 μ lange, glatte, anfangs farblose, kurz gestielte Teleutosporen, welche bald apikal keimen. Die Basidie ist gebogen, manchmal gedreht, bis 10 μ breit, 24—30 μ lang, quer oder ein wenig schief in vier Zellen geteilt. Sterigmen konisch. Basidiosporen oval, etwas gebogen, an dem oberen Ende abgerundet, an dem unteren Ende abgerundet oder spitz, 5—6 μ dick, 14—17 μ lang, farblos. Die oberflächlichen Hyphen des Hymeniums wachsen weiter, die alten, entleerten Teleutosporen umspinnend, nach außen bilden sich neue Teleutosporen, und so entsteht eine sukzessiv in die Dicke wachsende, bis 0·5 mm dicke, dichte hymeniale Lage.

Diese Art ist nicht selten auf Baumstämmen, auf dem Gedeh und am Fuß des Pangerango; ist nicht parasitisch und einem *Corticium* sehr ähnlich.

Septobasidium Pat.

Bildet auf Blättern, lebenden Ästen oder seltener abgestorbenen Stämmen schwammige Überzüge, welche einer *Thelephora* ähnlich

sind. Der Vegetationskörper des Pilzes läßt deutlich drei Schichten unterscheiden. Die basale wächst randständig und besteht aus braunen, lose verwebten, sterilen Hyphen. Von dieser Lage erheben sich in gewissen Entfernungen voneinander wagerecht nach oben wachsende Bündel von lose verwebten, braunen, verzweigten Hyphen, welche nahe dem wachsenden Rande wie Borsten nach oben ragen. An der Spitze wachsen jene Säulen schirmartig flach und bilden so ein gewöhnlich rundliches, flaches Hymenium. Diese schirmartigen Hymenien verwachsen seitlich miteinander und bilden dann eine größere oder kleinere, manchmal sehr umfangreiche hymeniale Lage. In derselben bilden sich zwischen den sterilen Hyphen, und gewöhnlich in deren Gewirr ganz eingesenkt apikal oder seitlich rundliche oder kurz ovale, glatte, nicht abfallende Teleutosporen, welche apikal eine vierzellige, quer (manchmal etwas schief) geteilte, gerade oder gebogene Basidie bilden. Die Basidiosporen sind länglich oval oder zylindrisch, einzellig, glatt.

Die erwähnte Bildungsweise läßt sich an wachsenden Exemplaren leicht beobachten. Am Rande ist die anliegende, basale Schicht frei sichtbar, weiter nach innen zu liegt eine Zone von frei stehenden Säulen, noch tiefer sieht man die flachen schirmartigen Erweiterungen derselben, die endlich miteinander zu einer zusammenhängenden Lage verwachsen. Am Rande dieser hymenialen Lage sieht man nur die ungekeimten Teleutosporen, tiefer solche mit Basidien, weiter mit Basidiosporen, bis endlich in den sehr alten mittleren Teilen die hymeniale Decke häufig schon verwüstet, dunkler oder ganz zerstört ist.

Die Trennung der javanischen *Septobasidium*arten bietet große Schwierigkeiten, da sie nur sehr wenig voneinander differieren, so daß man gern geneigt wäre, alle diese Formen in einer Sammelart zu vereinigen. Ich unterscheide *S. humile* wegen der niedrigen Säulen, *S. rubiginosum* wegen der dunklen Farbe der trockenen Hymenien, *S. (?) Henningsii* wegen der gelben Farbe. Die übrigen Formen mit weißlicher oder aschgrauer Oberfläche unterscheide ich nach der Größe der Teleutosporen in *S. Mompa* (7 — 9 μ), *S. frustulosum* (12 — 16 μ), *S. Cinchonae* (18 — 21 μ), wobei die letzte Art oberhalb der Säulenschicht noch eine deutliche subhymeniale Rindenlage zeigt. Indessen können hier erst Kulturversuche eine ganz sichere Scheidung ermöglichen.

Septobasidium humile Rac.

Die Art entwickelt sich auf der Unterseite der Blätter; es bildet sich hier zuerst ein sehr feiner Hyphenanflug, aus welchem sich sehr schmale, hyphenarme und sehr niedrige Hyphensäulen in Entfernungen von 0·2 — 0·5 mm erheben. Die Hyphen sind reich verzweigt, septiert, braun, 3—4 μ breit, die Hyphen der Säule an der Basis 4 — 5 μ dick, jede Säule 40 — 90 μ hoch. Die Hyphen der Säule verzweigen sich nach oben hin sehr reichlich, bilden eine schirmartig ausgebreitete, flache, in dem Zentrum befestigte, 45—90 μ dicke, von oben gesehen, runde, 200—400 μ breite Lage. Die freien Hyphenenden der Peripherie und der Oberfläche sind farblos. Wenn die Säulen dicht nebeneinander stehen, dann berühren sich ihre schirmartigen Lagen gegenseitig und verflechten sich endlich miteinander, obwohl noch an solchen älteren Exemplaren die Grenzen der früheren einzelnen Lagen sichtbar sind. Die zusammengesetzten Lagen sind sehr unregelmäßig, 1 — 2 mm breit, dicht zusammenstehend, manchmal über die ganze Blattunterseite zerstreut.

Dicht unterhalb der Oberfläche bilden sich an den Hyphen seitlich sehr kurz gestielte (Stiel ist so lang wie breit) Teleutosporen, welche kuglig, dünnwandig, glatt, anfangs farblos, dann farblos oder häufig braunwandig, 14 - 16 μ breit sind. Die Teleutosporen keimen, ohne abzufallen, apikal mit einer halbkreisförmig gebogenen, farblosen oder braunen, 5—7 μ breiten, 34 —42 μ langen Basidie. Diese liegt entweder zwischen den äußersten Hyphen, oder halb frei auf der Oberfläche des Lagers, teilt sich durch 3 Querwände und bildet auf ihrer konvexen Seite lanzettliche, bis 10 μ lange, bis 3 μ an der Basis breite Sterigmen, deren jede eine länglich ovale, gerade, glatte, gewöhnlich hellbraune, 5 μ breite, 18 — 20 μ lange, an der Spitze abgerundete Basidiospore bildet.

Auf der Unterseite der Blätter einer *Tetranthera* sp. am Westfuß des Pangerango oberhalb Tjitjuruk.

Septobasidium rubiginosum Pat.

N. Patouillard, Enum. des champign. récoltés à Java par M. Massart; Annales du jardin bot. de Buitenzorg Suppl. I. S. 118.

Vegetationskörper von wechselnder Größe, die dünnen Stengel

allseitig umwachsend. an dicken Stämmen bis 0·5 m lange, bis 1 dm breite Polster bildend, welche 1·5 — 2 mm dick, braunschwarz bis weinbraun sind und oberflächlich das Hymenium tragen. Die Hyphen der basalen Lage, wie auch die der vertikalen Säulen sind dunkelbraun, bei Befeuchtung fast schwarz, die letzten paraphysenähnlichen, oberflächlichen sterilen Äste des Hymeniums fast farblos, 1·5 — 2 μ dick. Teleutosporen seitlich oder endständig, in dem Paraphysengewebe ganz versteckt, kuglig oder kuglig oval, glatt, farblos, 20 — 23 μ lang, 16 — 20 μ breit. Die Basidien entstehen apikal, wachsen vertikal nach außen, sind farblos, zylindrisch, gerade, 5—6 μ breit, 60—70 μ lang und durch 4 Querwände gefächert, wobei die unterste Querwand die unterste Teilzelle der Basidie von den schon entleerten Teleutosporen abtrennt. Die Sporen farblos, wurstförmig gekrümmt, 15 — 18 μ lang, 4 μ dick, glatt, einzellig, an großen seitlichen, schmal konischen Sterigmen gebildet.

Sehr häufig auf dem Salak und dem Gedeh, besonders an den Ästen der Gramineenliane *Dinochloa Tjankorreh*, aber auch an verschiedenen anderen Bäumen wachsend. Der Habitus des Pilzes erinnert sehr an die flach ausgebreiteten Süßwasserspongien.

Septobasidium frustulosum (Berk. et C.) Pat.

Hymenochaete frustulosa Berk. et Cooke, Cuban fungi. *Septobasidium frustulosum* Pat.; Bull. de la Soc. myc. de France, S. 79, Tab. III, Fig. IV; derselbe in Enum. des champign. récoltés à Java par M. Massart, S. 118; Hennings in Monsumia I. S. 138.

Auf der Oberfläche der Blattlamina, Blattspindel und der Stämme epiphytisch lebend. Die basale, befestigende Hyphenlage sehr dünn, mit bloßem Auge kaum sichtbar. Auf dieser erheben sich sehr feine, voneinander weit entfernte hellbraune Säulchen aus fest verklebten braunen Hyphen gebildet und bis 1 mm lang. Diese lösen sich an der Spitze in sehr zahlreiche, reich verästelte, horizontale Lage bildende Hyphen, welche anfangs schirmartig an jedem Stielchen befestigt sind, nachher mit den benachbarten zu einer zusammenhängenden Lage verwachsen. Die oberflächlichen Hyphen sind farblos, wodurch die ganze Lage schneeweiß erscheint, und bilden seitlich tief unterhalb der Spitze, mitten im Hyphengeflecht rundliche, kurz gestielte, dick- und glattwandige Teleutosporen. Teleuto-

sporen bildende Hyphen sind 2 — 3 μ dick, die Teleutosporen 12—16 μ breit und lang. Die letzteren liegen also nahe der Oberfläche des Fruchtkörpers, jedoch zwischen den bedeckenden Hyphen eingebettet. Die reifen Teleutosporen haben gewöhnlich, jedoch nicht immer, eine gelbliche Wand und gelblichen Inhalt und keimen ohne abzufallen, apikal mit einer gekrümmten, halbkreisförmigen, oder fast spiralig gewundenen Basidie, welche 9 μ dick, 20—25 μ lang, durch 3 Querwände in 4 Zellen geteilt wird, deren jede an der konvexen (nach oben gerichteten) Seite ein 6—8 μ langes, 2 bis 3 μ dickes, spitz konisches Sterigma bildet, an dessen Spitze je eine Basidiospore gebildet wird. Die Basidiosporen sind farblos. zylindrisch, oval, gerade oder wurstförmig gekrümmt. glatt, einzellig, 4 μ dick, 16—20 μ lang (manchmal sind die Basidiosporen bräunlich).

In Djasinga, auf dem Salak und auf dem Gedeh nicht selten auf verschiedenen Pflanzen. z. B. *Jambosa*, *Calamus*, *Caryota*. Obwohl nicht parasitisch, schadet der Pilz den von ihm befallenen Blättern, welche an den angegriffenen Stellen helle Flecke bekommen.

Septobasidium Mompa (Tanaka) Rac.

Syn.: *Helicobasidium Mompa* Tanaka; A new species of Hymenomycetous Fungus injurious to the Mulberry Tree; the Journal of the College of Science, Imp. University Japan. Tokyo. 1891. S. 193 — 201, Tab XXIV — XXVII.

Septobasidium bogoriense Pat. in Hennings Fungi II, Monsumia I. S. 138.

Auf junger Rinde verschiedener Bäume und Sträucher flache, schwammige, aschgraue. im Innern braune, zentrifugal wachsende, 1 bis 10 cm breite, rundliche oder ovale Vegetationskörper bildend, welche 290—350 μ dick sind. Die flachen Lager sind aus einer bis 15 μ dicken, aus braunen. lose verwebten Hyphen aufgebauten, basalen Lage gebildet. aus welcher in unregelmäßigen Abständen (0·3 — 1 mm voneinander entfernt), bis 30 μ dicke, bis 120 μ hohe, aus losen, braunen, septierten, 4 μ dicken Hyphen verwebte, vertikale Säulen wagerecht herauswachsen. die oben schirmartig, flach ausgebreitet auslaufen, mit den Schirmen der benachbarten Säulen sich verweben und so ein flaches Gewölbe bilden, das auf Hunderten von Säulen zu ruhen scheint. Die hyme-

niale obere Lage dieses Gewölbes ist aus dünnen (2 μ), fast farblosen Hyphen gebildet. An manchen Hyphen (die meisten bleiben steril) bilden sich seitlich kuglige, farblose oder seltener braunwandige, 7—9 μ breite, kuglige Teleutosporen. Diese keimen apikal mit einer zylindrischen, jedoch unregelmäßig gebogenen vielzelligen Basidie, welche 27—38 μ lang, 4—5 μ breit ist. Sterigmen sehr dünn. Basidiosporen zylindrisch, gerade oder ein wenig gekrümmt, farblos, 2·5 μ dick, 13—15 μ lang.

Sehr gewöhnlich auf junger Rinde verschiedener Bäume und Sträucher auf Java, so z. B. auf *Coffea liberica*, *Erythrina*, *Paritium*, *Stachytarpheta*, *Morus*, *Calosanthes indica*. Auf *Erythrina (Dadap)* verursacht der Pilz flache Vertiefungen in der Rinde, auf *Fraxinus* und *Morus* Sprünge in derselben und ist für diese Bäume ein schädlicher, für andere dagegen nur ein indifferenter Epiphyt.

Septobasidium Cinchonae Rac.

Der Pilz überzieht junge Äste der *Cinchona*arten mit einer kreideweißen, fast wachsartigen, bis 0·5 mm dicken, sehr unebenen Kruste, unter welcher die junge Rinde Sprünge bekommt. Der Pilzkörper ist ähnlich wie bei den übrigen Arten dieser Gattung aufgebaut. Die basale Lage ist sehr dünn, mit bloßem Auge kaum sichtbar, die wagerecht abstehenden, aus einem Hyphenbündel bestehenden Säulen sind sehr niedrig (50 — 200 μ hoch, 70 — 100 μ breit), ihre Hyphen 4 — 5 μ dick, sehr dickwandig, mit äußerst schmalem Innenraum, blaßbräunlich. Die Säulen erweitern sich an der Spitze und bilden, mit den benachbarten verwachsend, eine weiße, sehr höckerige, nicht ebene Kruste, welche aus zwei Schichten besteht: einer inneren Marklage aus locker verwebten Hyphen und einer äußeren Rindenlage, wo die Hyphen sehr dicht verlaufen und so eine fast wachsartige Konsistenz des Pilzkörpers verursachen. Jede von diesen Lagen ist 100 — 170 μ dick. Auch wenn diese auf der Oberfläche glatte Rindenlage ohne hervorragende Hyphen über große Lagen als eine unebene Lage ausgebreitet ist, fehlt dennoch an solchen jüngeren Exemplaren noch das Hymenium. Dieses bildet dann eine neue oberflächliche Schicht von kreideweißen bis blaßgelblichen Wärzchen von 1—2 mm Breite, unter welchen die frühere Rindenschicht als eine subhymeniale Schicht gut differenziert bleibt. Die Hyphen der hymenialen Lage sind bis 2 μ dick, ganz farblos, sehr dicht nebeneinander verlaufend und bilden seit-

lich sukzessive in akropetaler Folge sehr zahlreiche, in dem Hyphengewebe ganz eingesenkte Teleutosporen. Diese sind kuglig, dünnwandig, farblos, 18—21 μ breit und lang, keimen apikal mit einer Basidie, welche zylindrisch, anfangs gerade nach außen, dann, nachdem sie die Oberfläche erreicht haben, dieser parallel und angedrückt wächst, eine Länge bis 45 μ, eine Dicke bis 8 μ erreicht und durch Querteilung vierzellig wird. Die einzelligen Basidiosporen sind sehr wenig gekrümmt, farblos, 4—5 μ dick, bis 19 μ lang und sitzen auf kurzen Sterigmen.

Eine durch die höckerige Beschaffenheit der Rinde, durch kleine warzenförmige Hymenien, welche nicht die ganze Rinde überziehen, so wie durch die Dichtigkeit der Rindenschicht ausgezeichnete Art.

Auf verschiedenen *Cinchona*arten in Preanger. *Septobasidium Mompa* kommt auch auf *Cinchona*rinde vor, scheint hier jedoch ganz unschädlich zu sein.

Septobasidium (?) Henningsii Pat. (Monsunia I. 138).

Eine durch goldgelbe Hymenien und breite und kurze Basidiosporen (10×7 μ) ausgezeichnete Art, von Nyman auf dem Gedeh gefunden, ist mir unbekannt. Vielleicht gehören hieher sterile Exemplare, welche ich am Ostabhang des Salak gesammelt habe und deren Lager dem *S. fructulosum* ähnlich ist.

Exobasidium affine Rac.

Auf jungen Blättern bilden sich runde, oberseits gewölbte und schön rot gefärbte, unterseits konkave, anfangs rötliche, dann mit einem weißen Anflug bedeckte Stellen. Seltener tritt der Pilz auf jungen, noch wachsenden Stengeln auf, die dabei rot gefärbt, verdickt und gewöhnlich verkrümmt werden. Es ist also ein dem durch *Exobasidium Vaccinii* an europäischen *Vaccinium*arten verursachten ganz ähnliches Krankheitsbild. Die Hyphen leben zwischen den hypertrophierten Zellen, dringen in dichten Rasen durch die Kutikula nach außen, als zylindrische, 5—10 μ dicke, 70—150 μ lange farblose, entweder gerade oder gebogene Basidien hervor. Jede Basidie ist an der Spitze abgestutzt und in zwei konische Sterigmen, welche seitlich nach oben gerichtet sind, ausgezogen. Die Sterigmen sind 6—8 μ lang, an der Basis 2—3 μ dick, langsam verschmälert und tragen an der Spitze je eine glatte, farblose, anfangs einzellige, zylindrisch-ovale, an den Enden abgerundete Basidiospore von 19

bis 23 μ Länge, 3 μ Breite. Die Basidiosporen sind nicht genau gerade, sondern auf einer Seite mehr flach, auf der anderen mehr flachkonvex, und die beiden Basidiosporen einer Basidie lehnen sich mit ihren flachen Seiten aneinander an.

Auf *Vaccinium retusum*, *V. varingaefolium* und *V. Teysmannianum* auf dem Salak, Gedeh, Pangerango, Slamat und Merapi häufig. Diese Art ist von Patouillard aus Java als *E. Vaccinii* bestimmt worden, und auch ich glaubte anfangs, mit der europäischen Art zu tun zu haben. Eine genauere Untersuchung zeigte jedoch, daß die javanische Art von der europäischen verschieden ist, oder wenigstens eine morphologische Rasse bildet, da die Basidien sehr lang sind und immer zwei dicke Sterigmen tragen. *Exobasidium Vaccinii* hat kurze Basidien, vier oder aber 5—6 Sterigmen. (Vrgl. Brefeld Mycol. Unters. VIII. 13. Tab. 1. Fig. 17).

Exobasidium javanicum Rac.

Auf jungen, im Wachstum begriffenen Stengelspitzen verursacht der Pilz die Bildung von großen, länglichen Anschwellungen, welche 2 bis 10-mal an Dicke die gesunden Stengel übertreffen, aus perenchymatischen Zellen aufgebaut, weich und anfangs graugrün sind, dann bräunlich werden, an der Oberfläche schleimig sind, eine Dicke von 5 — 13 mm und eine Länge von 1 — 8 cm erreichen. Auch junge Blattstiele werden durch die Infektion hypertrophiert, seltener Blätter, diese besonders längs des Mittelnervs, und erscheinen gekrümmt.

Die erkrankte Oberfläche wird zu einem Hymenium, dieses ist farblos und aus zahllosen Hyphen zusammengesetzt, welche zusammen eine kompakte, bis 60 μ dicke Schicht an der Oberfläche bilden, und ist in eine Schleimhülle eingehüllt. Die Basidien ragen durch diese Schleimschicht vereinzelt nach außen hervor, sind anfangs zylindrisch, 40 — 65 μ lang, 5 μ dick, und tragen vier längliche, fast gerade Basidiosporen an der Spitze. Die hyalinen Basidiosporen sind 3 — 4 μ breit, 17 — 20 μ lang und bald nach ihrer Bildung durch eine Querwand geteilt. Nachdem die Basidiosporen abgefallen sind, gehen die meisten Basidien nicht zugrunde, sondern ragen aus dem Hymenium empor und füllen sich wieder mit Plasma. Ob dieselbe Basidie nicht noch nachträglich neue Basidiosporen bilden kann, konnte ich nicht entscheiden, doch scheint mir diese Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen zu sein, die alten Basidien

sind nämlich nicht genau zylindrisch, sondern am Rande gebogen und gezähnt, etwa den älteren Konidienträgern einer *Ramularia* ähnlich.

Auf *Symplocos spicata* var. *subsessilis* auf dem Gedeh, in der Nähe der Kraters. Eine hochalpine Art, die in Gesellschaft des *Exobasidium vulcanicum* und *E. affine* vorkommt. Auf den hymenialen Polstern werden keine Konidien gebildet.

Tullasnella Cinchonae Rac.

Das Mycelium bildet ausgedehnte, flache, äußerst dünne Rasen, welche die Stengel und auch die Unterseite der Blätter überziehen wodurch deren Oberfläche blaßrötlich gepudert erscheint. An noch jungen grünen Ästen bilden sich hie und da kleine, konvexe, kompakte, bis 0·5 mm breite Mycelialklumpen. Von dem der Unterlage anliegenden, dicken, farblosen, septierten Hyphen heben sich wagerecht abstehende, bis 60 μ hohe, nach oben zu reichlich verästelte Hyphen, deren alle Spitzen als plasmaerfüllte, schmaleiförmige, 20—24 μ lange, 8—11 μ breite, an der Spitze abgerundete Basidien enden. Jede Basidie bildet an ihrer Oberfläche, bald nur an der Spitze, bald auch seitlich, 4 kugelige oder kurz eiförmige, farblose, dünnwandige, 7—9 μ breite und lange, nicht abfallende Basidiosporen. Jede Basidiospore keimt, ohne abzufallen, apikal, eine abfallende, kuglig eiförmige, 7—10 μ lange, glatte und farblose Konidie bildend.

Auf jungen Ästen verschiedener, kultivierter *Cinchona*arten (*C. Ledgeriana, officinalis, succirubra*) in Preanger häufig. Obwohl die Hyphen nur oberflächlich wachsen, stirbt unterhalb des Myceliums, offenbar infolge eines toxischen Exkretsstoffes die junge Rinde, sowie nachher auch die vom Pilz nicht bedeckten Spitzen solcher Äste. Auch auf die Unterseite der Blätter geht das Mycelium über und bringt die befallenen Blätter zum raschen Absterben. In manchen Chinaplantagen verbreitet und schädlich.

Atichia Millardeti Rac.

Thallus sitzend, schwarz, polypenartig radiär in einer Ebene frei ausgebreitet, die Äste bald kürzer, bald länger, die kurzen, im Querschnitt oval bis rund, unverzweigt, die längeren unregelmäßig fiederig oder doppeltfiederig verzweigt, gelatinös, aus kleinen, gewöhnlich tonnenförmig angeschwollenen Zellen, welche lange, ge-

schlängelte und verzweigte, rosenkranzartige Hyphen bilden, gebaut. Alle Hyphen in die feste Gallerte eingebettet. Die Oberfläche warzig, dunkelbraun, das Innere hellbraun, das ganze 3—14 mm breit.

Auf der Oberseite der Thallusäste bilden sich kissenförmige, 150—260 μ breite, rundliche, am Scheitel flach gewölbte Polster, die bis 120 μ hoch sind und breit am Thallus sitzen. Diese Polster sind ganz ähnlich wie der Thallus gebaut, besitzen eine dunkelbraune Rindenschicht und warzige Oberfläche. Unterhalb der flach gewölbten Oberfläche bilden sich vereinzelte, jedoch zusammen eine Schicht bildende Asci. Paraphysen fehlen. Die Asci entstehen als seitliche Auswüchse der tief unterhalb der Oberfläche verlaufenden rosenkranzartigen Hyphen, wachsen nachher zwischen den Hyphen nach oben und enden kurz vor der Oberfläche. Bei der Reife bekommt die bedeckende, dunkle Rindenschicht unregelmäßige Risse und die Ascusspitzen liegen jetzt unbedeckt. Asci dickwandig, breit oval, gegen die Basis verschmälert, bis 35 μ breit, bis 60 μ lang, achtsporig. Sporen zweizellig, oval, hellbraunwandig, glatt, in der Mitte eingeschnürt, an den Spitzen abgerundet, 16—19 μ lang, 7—9 μ breit, dünnwandig, in einer Schleimmasse in dem Ascus eingebettet. Nach der Reife verschwindet die schwarze Farbe der Vegetationskörper, welche jetzt schmutzig gelblich werden.

Von echten Apothecien ist bei *Atichia* nicht zu reden, es sind in besonderen kissenartigen Thalluspolstern, unterhalb der Oberfläche vorhandene zahlreiche, in dem Gewebe ganz versenkte Asci, welche zusammen einen Sorus bilden. In diesem Sorus stehen die Asci ganz regellos, doch ziemlich alle in derselben Höhe, bald mehrere nebeneinander, bald auf größerer Strecke ist kein Ascus gebildet. Eine Ähnlichkeit mit *Myriangium* ist trotz der Verschiedenheit in dem vegetativen Bau vorhanden, ebenso mit *Anhellia*, doch sind die Asci nur in einer Schicht vorhanden.

Einer der häufigsten Blattepiphyten in Buitenzorg, speziell in dem Kulturgarten in Tjikemeuh. Er wurde auf *Syzygium jambolanum*, *Cinnamomum Zeylonicum*, *Coffea arabica*, *Anacardium occidentale*, *Styrax Benzoin* gefunden. Die Bildung der Asci scheint periodisch nach Eintritt des Ostmossums vor sich zu gehen, im Westmossum biden sich dagegen in den eingesenkten Behältern die Konidienbüschel, welche schon Millardet beschrieben hat. Die sonderbare Pflanze verdient eine nähere Untersuchung, die wahrscheinlich bald

folgen wird. Äußerlich ist sie manchen Flechten, aber auch der *Catenella Opuntia* oder *Gelidium crinale* ähnlich.

Haematomyxa bambusina Rac.

Hypothallus fehlend oder fast fehlend. Auf der glatten oder mit Algen bedeckten Rinde der Stützpflanze erheben sich schwarze, flache, 1—1·5 mm hohe, 1—3 mm breite, durch gegenseitigen Druck gewöhnlich 5—6 eckige, seltener rundliche Stromata. Diese sind gelatinös, imbibieren reichlich Wasser, haben eine kohlschwarze, dicke Rinde und sind im Innern weißlich, aus dichtgedrängten, z. T. radiär divergierenden Hyphen und Pseudoparenchym gebaut. Unterhalb der schwarzen Rinde bilden sich in dem Stroma die Hymenien, und zwar nicht unterhalb der ganzen Decke eines Stromas, sondern in getrennten Sori. Bei der Reife wachsen nämlich die farblosen Hyphen unterhalb der schwarzen Rindendecke an mehreren Stellen der Oberfläche nach oben zu und bilden niedrige, rundliche, eckige oder ganz unregelmäßige voneinander durch mit schwarzer Rinde ausgekleidete Furchen getrennte flache, sitzende oder kurz gestielte Polster. An der Oberfläche dieser Kissen ist die Rindenschicht dünner als an den Seiten. Jetzt treten zwischen den länglichen und z. T. pseudoparenchymatischen Zellen unterhalb der Rinde die Asci in einer Schicht, voneinander getrennt, ähnlich wie bei *Atichia.* Die Asci sind länglich oval, 20—24 μ dick, 90—98 μ lang, an der Spitze abgerundet, achtsporig. Die Sporen sind oval gegen die abgerundeten Spitzen verschmälert, glatt und farblos. 13—15 μ breit. 27—30 μ lang, mauerförmig in sehr viele Zellen geteilt, in der Mitte etwas eingeschnürt, dünnwandig.

Auf den glatten Stämmen der *Bambusa*arten in Buitenzorg gesellig epiphytisch lebend, manchmal größere Strecken derselben bedeckend. Bei der Reife zerfällt die epitheciumähnliche, schwarze Rinde oberhalb der Asci staubartig, und die jetzt frei liegende hymeniale Schicht erscheint weiß, schwarz umrandet.

Myriangium yunnanense (Pat.) Rac.

Pyrenotheca yunnanensis Pat. in Bull. de la Soc. bot. de France, Bd. 33. S. 155—156, 1886.

Phymatosphaeria yunnanensis Speg. in Fungi Puigg. 1, S. 174.

Auf der Oberfläche der Rinde sitzen schwarze, rundliche oder

unregelmäßig rundliche, am Rande gekerbte, 1—8 mm breite, bis 0·6 mm hohe Stromata, deren Oberfläche nicht glatt, sondern mit niedrigen, flachen Hügeln bedeckt ist. Mit der Basis sitzen die Stromata eingesenkt zwischen den Borkenzellen, entsenden jedoch einzelne, braune, kurze Hyphen bis ins Korkphellogen. Unterhalb der schwarzen, kohligen Rinde bilden sich in einem pseudoparenchymatischen, aus polygonalen, hell braunwandigen Zellen bestehenden Gewebe die umfangreichen Ascosori in größerer Zahl auf einem Stroma. Die Oberfläche derselben ist gewölbt und verwittert bei der Reife; die einzelnen Sori sind 60—100 μ breit, von unregelmäßiger Gestalt. Asci rund, ungestielt, 34—42 μ breit, achtsporig; Sporen oval, mauerförmig in sehr viele kleine Zellen geteilt, 9—12 μ breit, bis 23 μ lang, beiderseits abgerundet, in der Jugend farblos, später dunkelgrau.

Besonders auf Stämmen der *Carica Papaya*, aber auch auf solchen sehr verschiedener anderer Pflanzen auf Java sehr häufig.

Aspergillus Penicillopsis (P. Henn. et Nym.) Rac.

Die Sclerotien bleiben längere Zeit steril, und viele gehen im Sand oder am Torf ausgestreut zugrunde. Nach 6 Monaten haben jedoch die unterhalb der Fruchtschale des Diospyros liegenden und mit derselben auf feuchten Torfplatten liegenden Sclerotien ihre Sporen gebildet. Das Sclerotium verwandelt sich in eine Peridie, deren feste Wand graublau wird und bis 0·6 mm dick ist, im Innern derselben ist ein kugliger, weißer, 0·4 bis 1 mm breiter und weicher Kern sichtbar. In dem Zentrum der Peridie bilden sich als seitliche Auswüchse der farblosen, septierten, 2—3 μ dicken Hyphen die ungestielten Asci. Die Asci sind kuglig oder kurz eiförmig, dünnwandig, 21—24 μ breit und lang, achtsporig. Die Ascosporen sind, von oben gesehen, kreisrund, von der Seite gesehen, breit elliptisch, mit einer scharfen kragenartigen Verdickungsleiste in der Äquatorialebene, sonst sehr fein warzig, mit in ganz reifen Stadien braungrüner Membran, 6—7·5 μ dick, 11—13 μ lang, und breit. Es sind also die Sporen denjenigen des *Penicillopsis clavariaeformis* recht ähnlich.

Diese in Buitenzorg an schattigen Stellen unter den Bäumen häufige Art hat Hennings auf Grund der von Nyman gesammelten sterilen Exemplare *Stilbothamnium* genannt. Ich habe gezeigt, daß sie in die Gattung *Aspergillus* gehört (Alg. und Pilze Javas II, 7).

Hennings meint (Hedwigia XVIII, 1904, 351) „dieses ist der Form nach unzulässig". Mir bleibt die Äußerung Hennings' unverständlich. Dagegen hat Wehmer (Zentralblatt für Bakteriologie XVIII, 1907) die besprochene Art auf Grund der Reinkulturen die aus Exsikkatenmaterial reingezüchtet worden waren, mit *Aspergillus Wentii* identifiziert. Schon vorher hat Wehmer (Lafar, Technische Mykologie, IV, 202) unsere Art unrichtig als mit unverzweigten Sterigmen beschrieben, wie solche *A. Wentii* und nicht *A. Penicillopsis* tatsächlich besitzt. Beide Arten sind ganz verschieden. Aus alten Herbarmaterialien verschiedenster Pilzarten, die ich auf Java gesammelt habe, bekomme ich dagegen — in Übereinstimmung mit Wehmer — tatsächlich Kulturen des *A. Wentii*, was als Beweis dienen kann, daß diese Art da sehr verbreitet ist und längere Zeit ihre Keimfähigkeit bewahrt.

Dimerosporium Balladynae Rac.

Hyphen braun, septiert, 2 — 3 μ dick, ohne Hyphopodien oder Borsten, jedoch hie und da mit kleinen Höckern versehen, unregelmäßig geschlängelt, reich verzweigt um die Hyphen von *Balladyna* und nur in deren Rasen herumwachsend. Perithecien braunschwarz, kuglig, sitzend, dünnwandig, ohne Mündung, 95 — 120 μ breit. Asci häufig bogig gekrümmt, keulenförmig zylindrisch, 40—48 μ lang, 12—14 μ breit, an der Spitze spitz abgerundet, dünnwandig, achtsporig. Zwischen den Schläuchen keine fadenförmigen Paraphysen, jedoch kurzzellige, fast parenchymatische Zellgruppen vorhanden. Sporen glatt, zweizellig, braunwandig, 4 — 5 μ dick, 11 — 13 μ lang, die eine Zelle kürzer und breiter als die andere.

An den Thallushyphen der *Balladyna Medinillae* parasitisch lebend. Gunung Gagak westlich von Salak bei Buitenzorg.

Balladyna Medinillae Rac.

Auf beiden Blattflächen wachsen schwarze, flache, gewöhnlich rundliche, manchmal zusammenfließende und dann die ganze Blattfläche bedeckende, epiphytische Mycelrasen, unter welchen die Blatlamina etwas vergilbt sind. Die Hyphen fühlen sich nach Anfeuchtung etwas klebrig an und haften gut an der Kutikula, sind in getrocknetem Zustande brüchig und lösen sich leicht ab. Hyphen braunschwarz, fast undurchsichtig, reich, jedoch unregelmäßig verästelt, miteinander

an zahllosen Stellen verwachsen durch eine dünne, bräunliche Klebschicht verbunden, bis 9 μ dick, und beiderseits mit zahlreichen hellbraunen, einzelligen, halbkugeligen bis kurz ovalen Hyphopodien, von 8 — 12 μ Länge und Breite versehen. Vertikale Borsten fehlen. Von den horizontal wachsenden Hyphen heben sich zahlreiche gestielte Perithecien empor. Perithecienstiel braun, 7 — 9 μ dick, 24—40 μ lang, an der Basis bogig aufsteigend, weiter gerade und vertikal, anfangs einzellig, nachher zweizellig. An der Stielspitze sitzen die zuletzt kugligen, 40—48 μ breiten und langen Perithecien. Junge Perithecien braunwandig, von 4 Zellreihen umgeben oval. Bei dem weiteren Wachstum wächst die innere farblose Membran der Wandungszellen in die Länge und besonders auch in die Breite, die äußere, braune dagegen nicht, sondern zerspringt endlich in kleine Stücke, welche die Oberfläche der reifen, farblosen Perithecien mit braunen, kleinen Flecken bedecken. Wegen ihrer Farblosigkeit sind die reifen Perithecien schwer bemerkbar. Perithecienwand einschichtig. Paraphysen fehlen und in den Perithecium ist nur ein dünnwandiger, kugliger Ascus vorhanden. Ascus achtsporig, die Sporen längere Zeit farblos bleibend, nachher blaßbraun, dünnwandig, glatt, zweizellig, in der Mitte eingeschnürt, 13 bis 15 μ breit, 25—30 μ lang, an den Enden abgerundet.

Auf den Blättern der *Medinilla* sp. am Gunung Gagak westlich vom Salak. *Cystotheca*, deren Heimat und Sporen bis vor kurzem unbekannt waren, ist möglicherweise nahe verwandt, doch sie besitzt nach Hennings (Engler's Jahrbücher 1901, 273) eine sackartige Hülle der Schläuche, so wie einzellige, farblose Sporen.

Alina Rac.

Parasitisch lebend. Das farblose Nährmycelium lebt in den Zellen der Nährpflanze, in diesen anfangs knäuelartige Haustorien bildend, die bei weiterem Wachstum die Zellen ganz ausfüllen. An einer Stelle dringt das Mycelium durch die Epidermzellen nach außen und bildet hier runde, schwarze, radiäre Hyphenrasen. Hyphopodien fehlen. Dagegen treten aus einzelnen Zellen der Hyphen kleine, nach oben gerichtete, breit flaschenförmige Zellen, welche an der Spitze je eine lanzettliche, 3 — 5 μ lange Konidie bilden. Die Perithecien bilden sich auf ähnliche Weise, sind sehr kurz gestielt; ihr Stiel ist einzellig, so lang wie breit. Perithecien kuglig, ohne Mündung, ihre Wandung einschichtig. Paraphysen fehlen. In einem

Perithecium bilden sich mehrere (4—11) kuglig eiförmige Asci. Asci achtsporig, Sporen zweizellig, braun. Um die älteren Perithecien bildet sich ein Kranz von schwarzen, nach oben und innen gebogenen Borsten.

Alina Rac. ist mit *Balladyna* nächst verwandt, und zwar beweist die sonderbare Weise der Perithecienbildung aus einer Gipfelzelle der seitlichen zweizelligen Hyphenauswüchse diese Verwandtschaft am deutlichsten. Die Differenzen dagegen bestehen bei *Alina* in Anwesenheit des parasitischen Nährmyceliums, sehr kurzer Peritheciumstiele, zahlreicher Asci und eines kranzförmigen Borstenringes um die reifen Perithecien.

Auch die Gattung *Dimerosporium* ist nächst verwandt, und es sind schon vielleicht unter diesem Gattungsnamen manche *Alinae* oder *Balladynae* beschrieben worden. Die Gattung *Dimerosporium* ist durch Fuckel für eine *Asterina*art gebildet worden, jedoch die Bezeichnung sollte gar nicht mehr gebraucht werden. Ich verwende sie indessen vorläufig für die Arten mit in dem Hyphengeflecht sitzenden, glatten Perithecien, und jedenfalls muß sie noch für die zahlreichen nicht genügend bekannten Arten zeitweise bestehen bleiben.

Alina jasmini Rac.

Auf beiden Blattseiten stehen zerstreut schwarze, runde, 1—2 mm breite Rasen, welche durch radiär wachsende Hyphen gebildet, nur im Zentrum angewachsen, sonst frei sind und nur den Epidermiszellen anliegen. An der zentralen Anheftungsstelle dringen zahlreiche Hyphen durch die Epidermiszellen in das Innere des Blattes und füllen da die Epiderm- und Mesophyllzellen mit einem farblosen Hyphengeflecht aus. Die oberflächlichen Hyphen sind glatt, braun, septiert, wenig verzweigt, gerade radiär verlaufend, manchmal mit den benachbarten seitlich verklebt, 4—6 μ breit, ohne Hyphopodien. Manche Rasen bilden Konidien, andere Perithecien, manche beide Fruktifikationsorgane zusammen. Die Konidien bilden sich apikal an besonderen, ampullenähnlichen, braunen Zellen, welche seitlich, einzeln oder 2 — 5, auf einer Hyphenzelle entspringen, nach oben gerichtet, 5 — 7 μ breit, 9 — 13 μ lang und an der Spitze abgestutzt sind. Auf dieser abgestutzten Spitze wird je eine glatte, braune, lanzettlich ausgezogene, 6 – 8 μ dicke, 40—46 μ lange, 2- bis 3- mal septierte, dickwandige Konidie gebildet.

Ähnlich bilden sich zentrifugal an den Hyphen die Perithecien, manchmal bildet jede Hyphenzelle je eines, manchmal bleiben Hyphenzellen hie und da steril. Seitlich an einer Hyphenzelle wird anfangs eine Zelle gebildet, die kopfig angeschwollen und braun ist. Ihr schmaler Stiel wird nachher durch eine Querwand von dem Kopfteil abgetrennt; dieser wird dick und gestaltet sich zu einem kugligen, anfangs glatten, mündungslosen, braunen Perithecium. Perithecienwand einschichtig, kleinzellig. Reife Perithecien 40—50 μ breit, ihre Stielzelle 5—6 μ breit, 3—4 μ lang. Manche Oberflächenzellen wachsen aus der Basis der Perithecien und gestalten sich zu einzelligen, bogig nach oben gekrümmten Borsten, welche 40—60 μ lang, unverzweigt, glatt, braun sind, und zu 4—7 einen Kranz um die einzelnen Perithecien bilden. Paraphysen fehlen. Asci eiförmig, 21—25 μ lang, 14—17 μ breit, achtsporig. Ascosporen oval, aus zwei Zellen bestehend, von denen die eine etwas länger als die andere, sehr wenig eingeschnürt, glatt, 4—5 μ breit, 12—15 μ lang ist. Auf den Blättern des *Jasminum* sp. in Diasinga, Depok und Tjampea bei Buitenzorg.

Hyaloderma Uredinis Rac.

Auf der Unterseite der Blätter stehen dicht gedrängt aschweiße Körnchen, die Perithecien des Pilzes. Diese sind kuglig, an der Spitze abgeflacht, 100—150 μ breit, weiß, von einer Lage polygonaler, isodiametrischer, 3—8 μ breiter Zellen bedeckt, ohne Mündung und mit zwei Arten farbloser Anhängsel versehen. In der unteren Hälfte ist das Perithecium durch zahlreiche, dünne, verzweigte Hyphen, welche in die Uredosori, zwischen die jungen Uredosporen eindringen, befestigt. Rings um den abgeflachten, mündungslosen Scheitel treten sehr zahlreiche Wandzellen als gerade, einzellige, sehr dickwandige, bis 6 μ breite, 40—65 μ lange, farblose, glatte Borsten hervor, die schief nach außen gerichtet sind und eine Art von Krönchen bilden. Diese sind am Scheitel abgerundet, viele davon auch dichotom gegabelt. Paraphysen fadenförmig, nicht zahlreich, dünn, kürzer als die Asci. Asci zylindrisch, an der Spitze abgerundet, an der Basis verschmälert, 12—16 μ breit, 80—90 μ lang, achtsporig. Sporen linear, beiderseits abgerundet, farblos, glatt, 55 bis 62 μ lang, 3 μ breit, parallel liegend, mit sehr zahlreichen (20 und mehr) Querwänden.

Auf den Sori des *Sphaerophragmium Mucunae* auf der Unter-

seite der Blätter der *Mucuna* sp. in Buitenzorg. *Hyaloderma* ist mehr als andere *Perisporiaceen* mit den *Erisipheen* verwandt, ihre geraden oder gegabelten Anhängsel erinnern an die Pinselzellen der *Phyllactinia*-Perithecien.

Myiocopron Euryae Rac.

Auf der Unterseite der Blätter sind gelblichgrüne, 5—7 mm breite, runde Flecken sichtbar, auf welchen sehr kleine, kohlschwarze, 0·3—0·4 mm breite, konvexe, kreisförmige Perithecien ordnungslos, oder etwas konzentrisch geordnet stehen, ohne einander zu berühren.

Perithecien bilden sich zwischen den Epidermiszellen und der ersten Mesophyllschicht der Blattunterseite. Sie sind an der Basis ganz flach, farblos und senden wenige Hyphen zwischen die Mesophyllzellen, die infolgedessen vergilben. An der Oberseite flach konvex, mit ihrer kohligen, hier stromatisch geschwärzten Epidermisschicht verwachsen. In dieser 30—50 μ dicken, undurchsichtigen, brüchigen Wand liegt in der Mitte die kleine, nicht erhabene Mündung. Perithecien 120—135 μ hoch, Paraphysen fadenförmig, bald verschwindend. Asci zylindrisch, jedoch beiderseits verschmälert, an der Spitze abgerundet, bis 16 μ breit, 80—94 μ lang, achtsporig. Die Sporen einzellig, in einer Reihe schief liegend, oval, hyalin, glatt, 6 μ breit, 16 μ lang, abgerundet.

Auf der Unterseite der Blätter von *Eurya acuminata* DC. auf dem Gedeh. Diese Art, welche sich von allen *Microthyriaceen* durch ihre eingesenkten Perithecien unterscheidet, erinnert jedoch durch ihre flachkonvexe Oberfläche, flache Basis, sowie durch die radiäre Streckung der Perithecienzellen an die anderen Arten dieser Familie.

Trichopeltis Speg.

Epiphyt. Freie Hyphen fehlen. Wächst in einschichtigen, schwarzen thallösen Lappen. Eine wachsende Zelle gabelt sich und bildet an der Spitze zwei nebeneinander liegende, viereckige, miteinander verwachsene Zellen, welche bei weiterem Wachstum entweder sich nur querteilen, oder wiederum an der Spitze je zwei neue bilden. Dadurch entstehen anfangs längliche, an der Spitze abgerundete Lappen von mehreren Millimetern Länge und bis 0·15 mm Breite, die nachher hie und da am Rande in ähnliche, flache Lappen herauswachsen. Bei längerem Wachstum stoßen diese Lappen mit den

Rändern aneinander. 0·5 – 2 cm breite, runde, schwarze Rasen bildend, oder sogar die ganze Blattfläche mit einer dünnen Kruste bedeckend. Unterhalb des einschichtigen Thallus bilden sich an sehr zahlreichen Stellen Perithecien (welche also nicht frei stehen), deren Mündungen flach, nicht vorragend, rundlich und durchscheinend sind. Thallus an der Stelle der Perithecien flach gewölbt und dunkler gefärbt. Paraphysen fehlen. Asci klein, keulenförmig zylindrisch, achtsporig. Sporen blaßbraun, zweizellig, lang oval.

Trichopeltis montana Rac. Die rechteckigen, braunschwarzwandigen Zellen des einschichtigen Thallus 2·5 — 5 μ breit, 5 — 10 μ lang, mit den benachbarten verwachsen, bei dem Wachstum zu ununterbrochenen, konvergierenden Antiklinen angeordnet, ganz so wie die Rosanow'sche, von Sachs reproduzierte Zeichnung des Thallus von *Melobesia Lejolisii*. Scheitel ganzrandig, halbkreisförmig, 40 bis 150 μ breit. Von den Rändern des Thallus sprossen zahlreiche mehrere Millimeter lange Lappen von demselben Bau hervor, lose Mycelhyphen fehlen gänzlich. Unterhalb des Thallus an sehr zahlreichen Stellen werden rundliche, bedeckt bleibende, 170 — 200 μ breite, flach konvexe Perithecien angelegt, mit je einer rundlichen, kleinen, apikalen Öffnung. Asci keulenförmig zylindrisch, gerade oder häufiger gebogen, 8 — 10 μ breit, 36 – 50 μ lang, achtsporig. Sporen zweizellig, glatt, langoval, 3 — 4 μ breit, 11 – 14 μ lang, hellbraunwandig.

Auf der Oberseite der Blätter des *Vaccinium Teysmannianum* auf dem Gedeh und Pangerango häufig, manchmal ganze Blätter überziehend.

Ich habe die Gattungsdiagnose nur nach meinen Exemplaren entworfen und bin nicht sicher, ob ich unsere Art richtig in die Spegazzini'sche Gattung eingereiht habe. Nahe verwandt ist jedenfalls *Trichothyrium*, bei dem jedoch in der Mitte der Thalluslappen die dicken primären Hyphen wie Nerven verlaufen, die Perithecien dagegen frei am Rande stehen; andererseits verwandt ist *Polystomella*, jedoch soll diese nur runde, kleine Scheiben bilden, welche wie bei unserer Art zahlreiche Perithecien bedecken.

Trichothyrium Speg.

Thallus schwarz, fädig, radiär wachsend, einem Lebermoos ähnlich, epiphytisch, der Epidermis angeklebt. Die Thallusäste sind folgendermaßen aufgebaut. Auf der Unterseite, an die Epidermis-

kutikula angewachsen, verlaufen die dicken, geraden, septierten Zellfäden, welche abwechselnd links und rechts in kleinen Abständen große zweizellige Hyphopodien tragen. Diese dicke Zentralhyphe mit Hyphopodien wird oben überdeckt durch eine mantelartige Lage von fest schließenden, kleinen Hyphenzellen, welche divergierend nach vorne wachsen und einen schmalen, flachen, fiederig (oberhalb der Hyphopodien) lappigen, den Thalluslappen der thallösen Lebermoose ganz ähnlichen Thallus bilden. Manche Randzellen des dorsiventralen Thallus, speziell diejenigen der blättchenartigen Lappen laufen in kurze, freie Kriechhyphen aus, welche einerseits die Befestigung erhöhen, andererseits auf der Unterseite Perithecien bilden. Perithecien sehr zahlreich, klein, an beiden Seiten des Thallus vorhanden, rundlich, schwarz, flach konisch, mit einer runden Öffnung, am Rande strahlig in kurze Kriechhyphen auslaufend. Paraphysen fehlen, Asci achtsporig, Sporen zweizellig, glatt, lang oval, farblos (ganz reif nicht gesehen).

Trichothyrium jungermannioides Rac.

Auf beiden Blattseiten kriechen lineare, in größeren Abständen verzweigte, sich vielfach kreuzende, schwarze Fäden, welche zusammen rundliche, dendritisch gezeichnete Flächen von 1 — 2 cm Durchmesser bedecken. Die geraden Haupthyphen sind 8 — 13 μ breit und bestehen aus zylindrischen, 26—34 μ langen Zellen. An diesen dicken Hyphen entspringen rechts und links horizontale Hyphopodien, welche bis 18 μ breit, bis 38 μ lang, zweizellig und an der Spitze abgerundet sind. Die thallöse Decke, welche diese Hyphen und die Hyphopodien überdeckt, besteht aus nach vorne und außen divergierenden, miteinander zu einer lückenlosen, flachen Schicht verwachsenen Zellen, welche schwarzwandig, vierkantig, 3—4 μ breit, 7—10 μ lang sind. Thallus bis 100 μ breit, gelappt, die einzelnen Lappen, welche je ein Hyphopodium überdecken, sind am Scheitel abgerundet, ebenso lang oder etwas länger als breit, bis 40 μ breit und fallen abwechselnd links und rechts ab, so daß der Thallus fiederlappig erscheint. Am Rande laufen einzelne Thalluszellen in bis 20 μ lange Hafthyphen aus, welche einerseits zur Befestigung dienen, andererseits die sehr zahlreichen, kleinen, runden, schwarzen Perithecien tragen. Diese liegen also in großer Zahl randständig neben dem Thallus. Die sehr jungen Perithecien sind nicht kreisförmig, sondern nierenförmig mit einer tiefen Bucht auf

der Innenseite. Bei dem Wachstum schließen die beiden seitlichen Lappen diese Bucht, verwachsen miteinander, in dem Zentrum eine runde Öffnung, die spätere Mündung des Peritheciums, lassend. Reife Perithecien flach, schwarz, ohne Randkragen, bis 100 μ breit, am Rande in Hafthyphen auslaufend, welche anfangs auf einer Länge bis zu 30 μ miteinander zu einem Randkragen verwachsen, nachher frei auslaufen und das Perithecium befestigen. Paraphysen fehlen, Asci keulenförmig oval, 16—18 μ breit, 37 μ lang, achtsporig. Sporen schmal oval, 3—4 μ breit, bis 12 μ lang, in der Mitte mit einer Querwand, farblos und glatt, ihre beiden Zellen gleich groß.

Auf den Blättern des *Connarus* sp. in Depok epiphytisch lebend.

Trichothyrium densum Rac.

Auf beiden Blattseiten runde, schwarze, radiär wachsende, 0·3—0·8 cm breite Rasen, deren Thallusäste sehr dicht nebeneinander verlaufen, sich gewöhnlich mit den Rändern gegenseitig berühren, so daß eine fast geschlossene Hyphenscheibe entsteht. Die dicken Haupthyphen sind bis 8 μ breit, und aus kurz zylindrischen, 18 bis 22 μ langen Zellen aufgebaut. Hyphopodien zweizellig, oval, 10—13 μ breit, 22—28 μ lang. Die Thallusäste, welche durch die schließende Decklage der viereckigen Zellen gebildet sind, bis 58 μ breit, ihre Ränder fast gerade oder nur wenig wellig. Perithecien rund, 100—150 μ breit, mit einer runden, 16—18 μ breiten Öffnung. Asci 14—16 μ breit, 30—40 μ lang, achtsporig, Sporen farblos, 14—17 μ lang, an einem Ende dicker, gegen das andere Ende gleichmäßig verschmälert, anfangs zwei-, nachher dreizellig, 3·5—4 μ breit.

Auf den Blättern des *Stechelocarpus Burahol* in Depok bei Buitenzorg.

Micropeltis Sirie Rac.

Auf der Unterseite der Blätter, auf gelblichen Flecken stehen dicht gedrängt schwarze Perithecien. Perithecien flach, linsenförmig, 160—200 μ breit, ohne Luftmycel, aus einer zusammenhängenden, einschichtigen, flachen, basalen Zellenschicht und einer ähnlichen, flach konvexen Rückenschicht gebildet, radiär wachsend, am Rande in kurze (so lange wie breite) scharfe Zähne auslaufend, gewöhnlich nicht genau kreisförmig, sondern an 2—4 Stellen mehr oder weniger ausgebuchtet, an der Spitze mit einer kleinen, runden, durch

einen peristomialen Haarkranz umgebenen Mündung. Die Peristomhaare gerade zugespitzt, bis 30 μ lang, an der Basis 3—4 μ dick, etwa 15 an der Zahl. Die ganz jungen Perithecien sind geschlossen, ohne Mündung, jedoch mit je einem Stachelhaar an der Spitze. Paraphysen fehlen, Asci keulenförmig, 10 μ breit, 40—46 μ lang, achtsporig, Sporen farblos, länglich oval, 2·5—3 μ breit, 14—15 μ lang, in der Jugend zweizellig, dann 3—4-zellig.

Auf den Blättern der *Cubebe canina* Miq. bei Soekanegara in Preanger.

Wegen des vorhandenem, dem Ausstreuen der Sporen dienenden Peristoms mit *Polystomella* verwandt.

Heterochlamys javanica Rac.

Luftmycel anfangs radiär wachsend, ohne Borsten und Hyphopodien, schwarz, sehr reich verzweigt. Die Hyphen septiert, 4—5 μ dick, ihre Äste geschlängelt, miteinander verklebt und endlich eine lückenlose, flache, schwarze Scheibe bildend, in welcher die ursprüngliche, radiäre Anordnung der Hyphen nicht mehr sichtbar ist, die aber auch nicht als Stroma zu bezeichnen ist. Am Rande dieser Scheibe laufen einzelne, weiter wachsende Hyphen radiär frei aus, eine Länge von 80 μ erreichend. An der Unterseite der Hyphen, also zwischen der Blattepidermis und der Hyphenscheibe werden einzelne, runde, sehr flach konvexe Fruchtkörper angelegt, welche radiär wachsen, mit den Rändern aneinander stoßen, bis 220 μ breit werden, nach Art des *Microthyrium* radiär bedeckt sind, und an der Spitze eine runde, durchscheinende Öffnung, welche bis 8 μ breit ist, besitzen. Paraphysen sehr spärlich, fadenförmig, kurz. Asci schmal, zylindrisch, keulenförmig, gegen die Basis verschmälert, an der Spitze flach abgerundet, 14—16 μ breit, 68—75 μ lang, achtsporig. Sporen in zwei Reihen liegend, kommaartig, an einem Ende abgerundet und dick, gegen das andere Ende schmal ausgezogen, gerade oder häufiger etwas gekrümmt, mit 3—4 Querwänden, farblos (alte, ganz reife wurden nicht angetroffen, vielleicht bekommt die Sporenwand nachträglich eine dunklere Färbung), glatt, 4—6 μ dick, 22—28 μ lang.

Auf der Unterseite der Blätter von *Tetracera* sp. in Buitenzorg.

Scolecopeltis triviale Rac.

Perithecien kohlschwarz, halblinsenförmig, mit einer kleinen,

runden. apikalen Öffnung. 0·6—1 mm breit. glänzend. regellos über die Blattunterseite zerstreut. Paraphysen fadenförmig, sehr zahlreich. Asci lang zylindrisch. an der Spitze abgerundet. gewöhnlich flach gebogen. 12 μ breit. 140—165 μ lang, achtsporig. Junge Sporen spindelförmig. in zwei Reihen liegend. in der Mitte tief eingeschnürt. nachher in zwei Teilsporen zerfallend, so daß in dem Ascus 16 Sporen liegen. welche farblos. an einer Spitze abgerundet und dick, und gegen das andere Ende verschmälert sind. Diese Teilsporen sind bis 6 μ dick. 16—21 μ lang, glatt, farblos und teilen sich noch in dem Ascus durch zwei bis drei Querwände in 3 bis 4 Zellen, die jedoch nicht mehr auseinanderfallen.

Bei schwacher Vergrößerung untersucht. erscheint der Rand der Perithecien ohne ausstrahlende Hyphen und ganzrandig. In Wirklichkeit ist die Pflanze folgendermaßen aufgebaut. Bei der Keimung einer Spore bildet sich eine thallöse Zellenfläche aus farblosen, sehr kleinen und deswegen schwer sichtbaren Zellen, welche länglich, viereckig, etwa 1 μ breit, 4—5 μ lang sind, an der Spitze sich dichotom gabeln, mit den benachbarten seitlich verwachsen und so radiär zu umfangreichen, manchmal gelappten Scheiben heranwachsen. in deren Zentrum ein Perithecium unterhalb der Zellfläche angelegt wird. Oberhalb des Peritheciums werden die Zellen kohlschwarz, sonst sind sie farblos. Lose Hyphen in vegetativer Entwicklung fehlen.

Sehr gewöhnlich auf verschiedenen Blättern in Buitenzorg. Depok. Tjampea. Tjibodas, jedoch normal nicht auf Blättern. sondern auf epiphytischen *Trentepohlia*arten epiphytisch wachsend. die gelben Zellen derselben nur überdeckend, nicht umspannend.

Polystomella (?) sordidula (Léveillé) Rac.

Syn: *Dothidea sordidula* Léveillé (Champignons exotiques: Ann. des Sc. natur. Serie III, Bd. III. 1845. S. 57 Nr. 290)

Dothidella sordidula Sacardo, Syll. fung. II. S. 630.

Dothidea Loranthi Molkenboer in Plantae Junghunianae Fasc. 1. 1853. S. 114.

Abbildung: Blume, Flora Javae, Tab. XIII. als *Loranthus maculatus* 131.

Makroskopisch sehr charakteristisch. Auf der Unterseite der Blätter rußschwarze. flache. gewöhnlich länglich ovale. manchmal

verzweigte, 1—2 mm breite, 1—10 mm lange, glatte Überzüge bildend, auf deren (nur seltenen) reifen Exemplaren runde und flache Perithecien dicht gedrängt stehen. In dem Blattinnern, zwischen den Zellen leben dünne und farblose Hyphen, welche durch Spaltöffnungen nach außen treten und rings um diese einen epiphyllen, einschichtigen, lückenlosen, braunschwarzen, rundlichen oder gelappten Thallus bilden. Die benachbarten Thallus verwachsen miteinander, und so bilden sich auf der Blattunterseite die erwähnten schwarzen, länglich ovalen Überzüge. Lose epiphylle Hyphen fehlen. Oberhalb der Spaltöffnungen ist die Thallusfläche hügelig gewölbt. In diesem Stadium ist der Pilz am häufigsten anzutreffen. Bei der weiteren Entwicklung bildet sich ein dickeres Stroma auf der Unterseite des Blattes, und zwar in zwei Lagen, einer tieferen, farblosen, 10—50 μ dicken, und einer oberflächlichen, kohlschwarzen, welche 20—28 μ dick wird. Auf der Oberseite des kohlschwarzen Stromas werden die zahlreichen runden, flachen Perithecien gebildet. Die Breite der Perithecien beträgt 210—280 μ, ihre Höhe (ohne Peristom) 60—70 μ. Boden der Perithecien flach, aus einer Schicht radiär geordneter, viereckiger, brauner Zellen bestehend, die Decke flach gewölbt, aus einer Schicht ähnlicher, 3—4 μ breiter Zellen gebildet. Am Rande laufen einige Deckzellen in sehr kurze Hyphen aus. Die Mündung ist rundlich, bis 12 μ breit, begrenzt von vertikalabstehenden, dicht gelagerten, an der Spitze nach innen zu gekrümmten, 10—14 μ langen, schwarzbraunen Haarzähnen. Paraphysen fehlen. Asci zylindrisch keulenförmig, an der Spitze abgerundet, dünn und kurz gestielt, gerade oder (so die seitlichen Asci der Perithecien) gebogen, 12—14 μ breit, 58—68 μ lang, achtsporig. Sporen farblos, glatt, zweizellig, fast keulenförmig, wobei die eine Zelle etwas breiter und kürzer als die andere ist, nicht eingeschnürt, 5—6 μ breit, 20—23 μ lang. Außerdem bilden sich in der Nähe des Stromas kleine geschlossene, flache und runde Perithecien, welche bis 60 μ breit sind und im Inneren braune, einzellige Pykniden bilden.

Der Parasit ist in und bei Buitenzorg auf *Loranthus pentandrus* L. häufig. Nach Korthals („de Loranthaceis") soll er auch auf anderen *Loranthus*arten vorkommen. Die infizierten Exemplare sind von Blume als eine besondere Art *Loranthus maculatus* Bl. beschrieben und abgebildet worden, die sogar im Index Kewensis III, 116 verzeichnet ist. Der Pilz sollte genauer entwickelungsgeschichtlich untersucht werden. Die Entstehung der farblosen inne-

ren Stromalage ist mir nicht klar. Ebenso wenig bin ich von der Zugehörigkeit zur Gattung *Polystomella* Speg., welche mir nur aus Beschreibungen bekannt ist, überzeugt. Sollten bei der südamerikanischen Gattung die Perithecien eingesenkt sein, was der Beschreibung nach möglich ist, dann müßte man für die javanische Art einen neuen Gattungsbegriff schaffen, was jedoch erst nach einer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung ratsam erscheint.

Ein Exemplar dieser Pflanze, von Massart bei Buitenzorg gesammelt, findet sich in dem Herbar unter dem Namen *Asterina reptans* Berk. et C.

Clypeolum vulgare Rac.

Fruchtkörper flach, rund, schwarz, ohne Mündung, 0·5—0·7 mm breit, auf der Blattfläche epiphytisch lebend. Eine keimende Spore bildet nur kurze, 1—2 μ dicke Hyphen, welche rechtwinklig verästelt sind. Die Äste verwachsen miteinander, und so bildet sich ein einschichtiges Netz mit viereckigen Maschen. Bei dem weiteren Wachstum werden in das Innere der Maschen neue kurze Hyphenäste getrieben, bis endlich eine lückenlose, dünne, runde, im Zentrum (oberhalb der Asci) schwarze, am Rande farblose Schicht sich bildet. Die farblose Randzone ist sehr schmal und ohne Färbemittel fast nicht bemerkbar. Lose Lufthyphen fehlen. Die Fruchtkörperhöhle öffnet sich durch Abwerfen der fast ganzen bedeckenden Schicht, so daß nur ein schmaler Randsaum bleibt. Asci kuglig, oder sehr kurz eiförmig, 17 bis 21 μ breit und lang, dickwandig, achtsporig. Paraphysen fehlen. Ascosporen oval, an einem Ende etwas breiter, zweizellig, glatt, farblos, 3—4 μ breit, 9—12 μ lang.

Auf verschiedensten Blättern gesellig epiphytisch lebend, so z. B. *Hydnocarpus* in Tjampea, *Garcinia* in Tjampea, Payena in Depok, *Canarium* in Buitenzorg.

Herpotrichia Myriangii Rac.

Auf Fruchtkörpern des *Myriangium* entweder (an jungen Exemplaren an deren Rande) oberflächlich, oder (an älteren, schon offenen) ein wenig zwischen den Asci mit der Basis eingesenkt lebend. Perithecien schwarz, kuglig, lederig, 190—240 μ breit, mit einer niedrigen, an der Spitze mehr hellen Mündungspapille, welche 30 bis 40 μ hoch, 40—60 μ breit ist, an der Oberfläche dicht mit gebogenen, braunen, 4—6 μ dicken, 30—90 μ langen, haarartigen

frei auslaufenden Haaren bedeckt. Perithecialhöhle 120–160 μ breit, kuglig, an der Basis und den Seiten mit den gegen die Mitte und die Mündung konvergierenden Asci. Asci keulenförmig, 17—20 μ breit, 55—64 μ lang, achtsporig. Ascosporen gerade oder etwas gebogen, braunwandig, lang oval, an den Enden abgerundet, glatt, 5 μ breit, 14 μ lang, nicht eingeschnürt, in zwei Reihen in dem Schlauch liegend. Paraphysen fadenförmig.

Auf den Fruchtkörpern des *Myriangium* bei Buitenzorg besonders auf *Carica Papaya* häufig.

Acanthostigma violacea Rac.

Auf der Unterseite der Blätter violette flache, runde Rasen, welche 0·5—1·5 cm breit sind und radiär wachsen. Hyphen violett braun, lösen jedoch ihren Farbstoff in Chloral mit roter Farbe und bleiben dann blaßrötlich gefärbt, reich septiert, verzweigt, 1·5—2·5 μ breit, ohne Hyphopodien oder Borsten, in den Rasen einer *Meliola* lebend und diese ganz überziehend, oder auch auf von *Meliola* frei gelassene Stellen der Blattfläche epiphytisch übergehend. Perithecien sehr zahlreich, kuglig, sitzend, mit wenig vorragender Mündungspapille, mit Ausnahme dieser ganz dicht mit nicht steifen, jedoch abstehenden, 50—80 μ langen, violettkupferfarbigen Hyphen besetzt. Die Wandung dünn, braun, weich. Perithecien 220—260 μ breit und hoch. Paraphysen fadenförmig. Asci zylindrisch, achtsporig, 9—11 μ breit, 74—80 μ lang. Sporen parallel liegend, linear, dunkelschwarz, durch viele Querwände septiert, 1·5 μ breit, 50—60 μ lang.

Auf der Unterseite der Blätter von *Jambosa* sp. in Djasinga westlich von Buitenzorg auf *Meliola*rasen parasitisch lebend.

Gibberidea Zingiberacearum Rac.

Der Pilz wuchert anfangs in Uredolagen, geht dann zwischen die Zellen des Mesophylls über und erzeugt unter der Epidermis kleine, außen kohlschwarze, innen weiße, rundlich unregelmäßige Stromata, auf welchen sich (jedoch unter der Epidermis) Perithecien bilden. Perithecien kuglig eiförmig, manchmal mehr unregelmäßig, mit einer glatten schwarzen Wand, punktförmiger, nicht ausgezogener Mündung, brechen endlich die bedeckende Lage durch und stehen dann, wenigstens mit ihrer apikalen Hälfte frei. Perithecien 110—130 μ breit, 110—170 μ lang. Paraphysen 2 μ dick, septiert,

farblos, zylindrisch. Asci schmal keulenförmig, 8—10 μ breit, 75 bis 80 μ lang, achtsporig, an der Spitze abgerundet, gegen die Basis gleichmäßig verschmälert. Sporen spindelförmig, anfangs zwei-, dann noch im Schlauch vierzellig, in der Mitte sehr wenig eingeschnürt, beiderseits lanzettlich verschmälert, gerade oder etwas gebogen, glatt, hellbraunwandig (in reifen Asci): 15—18 μ lang, 3·5 μ dick.

Dieser Parasit dringt immer aus den Uredobehältern in das Blattgewebe ein, und gewöhnlich ist die ganze Blattfläche dicht mit kleinen, 0·5—1 mm breiten, unregelmäßigen Fruchthäufchen bedeckt.

Auf *Amomum dealbatum*, *Zingiber* sp. variae, *Alpinia* und *Curcuma longa* bei Buitenzorg häufig.

Lizonia Selaginellae Rac.

Das Mycelium wächst in den apikalen Teilen der Sprosse, besonders gerne in jungen Sporangienähren, bringt die Vegetationsspitze zum Absterben und bildet an der Spitze der Sprosse ein Häufchen von schwarzen Perithecien, welche von Blättern manchettenartig umgeben sind. Die Perithecien sitzen gesellig und ganz frei auf einem spärlich entwickelten, strangartigen, schwarzen Stroma, berühren sich seitlich, sind kuglig eiförmig, 250—360 μ breit, bis 400 μ hoch, mit einer schmalen, flachen, nicht hervorragenden Mündung, glatt, schwarz. Die schwarze Farbe löst sich z. T. rotviolett in Chloral, und dann bleibt das dünne Gehäuse violettbraun gefärbt. Paraphysen fehlen. Asci zylindrisch, bis 10 μ breit, bis 120 μ lang, dünnwandig, an der Spitze flach abgerundet, achtsporig. Ascosporen schief in einer Reihe liegend, oval, in der Mitte seicht eingeschnürt, 5 μ dick, 12—17 μ lang, glatt, in der Jugend farblos und zweizellig, dann noch in den Schläuchen braunwandig, endlich nach dem Verlassen der Asci, jedoch vor der Keimung vierzellig.

In den Sproßspitzen der *Selaginella cupressina* auf dem G. Gagak westlich von Salak.

Lizonia Smilacis Rac.

Auf den Blättern sind rundliche, gelbe, im Zentrum braune, 3—4 mm breite, miteinander zusammenfließende Flecke vorhanden, an deren Unterseite die Perithecien zu 3—7 gesellig stehen. Mycelium lebt in den Interzellularräumen, diese mit einem pseudoparenchymatischem Gewebe ausfüllend. Perithecien schwarz, glatt,

am Querschnitt kreisförmig, am Längsschnitt sehr kurz und dick gestielt, kuglig, dickwandig, mit einer wenig sichtbaren, bis 15 μ hohen Mündungspapille, deren Öffnung bei der Reife bis 10 μ breit ist. Perithecialhöhle weiß. Paraphysen sehr dünn, fadenförmig, schleimig, sehr reichlich. Asci entspringen aus der Basis und von den Seiten der Perithecialhöhle, konvergieren nach innen, sind bis 100 μ lang, bis 14 μ breit, achtsporig, zylindrisch keulenförmig, häufig etwas gebogen, dünnwandig. Sporen spindelförmig, schwach gebogen, glatt, 22—24 μ lang, 4—5 μ breit, zweizellig, mit einer anfangs farblosen, dann blaßbräunlichen Membran. Manche Sporen sind schon in den Perithecien vierzellig. Perithecien 260—290 μ breit, bis 320 μ hoch.

Auf den Blättern von *Smilax* sp. in Tjisaroea bei Buitenzorg.

Die *Lizonia*arten sollen paraphysenlos sein, es sind jedoch einige paraphysenführende Arten von Rehm und Saccardo beschrieben worden.

Lizonia Syzygii Rac.

Auf der Blattunterseite stehen unregelmäßig zerstreute oder vereinzelte kreisrunde, schwarze, 2-3·5 mm breite, stromaähnliche Flecke, auf welchen sehr kleine, freie, schwarze, kuglige, breitsitzende Perithecien dicht gedrängt in konzentrischen Ringen haften. Die Hyphen dringen in die Mesophyllzellen ein und füllen dieselben aus, sind braun, kurzzellig. Unterhalb der Perithecien haben die Hyphen schwarze Membranen. Perithecien kuglig, bis 120 μ breit, mit nicht hervorragender und schmaler Mündung, ohne Paraphysen. Asci zylindrisch keulenförmig, bis 16 μ breit, 68—82 μ lang, achtsporig. Sporen kurz spindelförmig, bis 30 μ lang, 4—5 μ breit, gerade, glatt, beiderseits spitz, farblos, in der Mitte nicht eingeschnürt, zweizellig.

Auf den Blättern des *Syzygium* sp. *(Myrtaceae)* am Salak und Megamendong bei Buitenzorg.

Auf *Syzygium* sp. am Tankoeban Praoe.

Melanomma epiphytica Rac.

Auf grünen und glatten Stämmen und Ästen verschiedener *Bambusa*arten bildet der Pilz einen rundlichen, schwarzen Hypothallus. Dieser ist 1—3 cm breit, dicht, kohlschwarz, fest anliegend, mit kurzen, wagerecht abstehenden, septierten, unverzweigten schwar-

zen Haaren dicht besetzt. Die Perithecien bilden sich im Zentrum älterer Pilzrasen. Sie sind halbkugelig, sehr fest und dickwandig, nicht glatt, sondern an der Oberfläche uneben, kohlschwarz, brüchig, mit einer nicht ausgezogenen, sondern in einer apikalen Vertiefung liegenden, runden Mündung, mit einer weißen Perithecialhöhle im Innern, deren Inhalt schleimig ist. Paraphysen fadenförmig, sehr zahlreich. Asci lang zylindrisch, 320—380 μ lang, 25—29 μ breit, dickwandig, achtsporig. Sporen einreihig liegend, 19—22 μ breit, 60—80 μ lang, glatt, braunwandig, in der Mitte wenig eingeschnürt, lang oval, vierzellig; seltener ist eine oder mehr der Querwände nicht ausgebildet und dann sind die Ascosporen zwei- bis vierzellig.

Unter dem Hypothallus wird das Gewebe der *Bambusa* nicht beschädigt, unterhalb der sehr dickwandigen und festen, 0·9—1·2 mm breiten, bis 1 mm hohen, mit breiter Basis sitzenden Perithecien, dringen die Pilzhyphen etwas in das *Bambusa*gewebe, vernichten lokal dasselbe, und die Basis der Perithecien erscheint dann ein wenig eingesenkt.

An lebenden Stämmen und Ästen verschiedener *Bambusa*arten, sehr gewöhnlich bei Buitenzorg.

Guignardia Musae Rac.

Perithecien stehen dicht nebeneinander auf der Oberseite der Blätter, auf unregelmäßig und nicht scharf begrenzten rötlichen, dann braunen und vertrocknenden Flecken. Diese sind unterhalb der Epidermis angelegt, greifen jedoch nachher die hypodermale Schicht an und reichen mit ihrer Basis fast an die Pallissadenschicht. Perithecien durch Epidermis bedeckt, mit sehr kleiner, nicht hervorragender Mündung, bilden kleine Wärzchen. Ihre Wandung in der oberen Hälfte schwarz, in der unteren farblos. Die Höhle kuglig 70—100 μ breit und hoch, Paraphysen fehlen, Asci nur wenig zahlreich in einem Perithecium, büschelig vereinigt, keulenförmig oval, dickwandig, 50—56 μ lang, bis 20 μ breit, 8-sporig. Sporen farblos, glatt, länglich oval, beiderseits abgerundet, auf einer Seite häufig etwas verschmälert, 8—9 μ breit, 17—19 μ lang, in dem Ascus einzellig, nach dem Entleeren zweizellig, ungleichzellig.

Einer der sehr wenigen parasitischen Pilze der lebenden *Pisang*blätter (Musa paradisiaca) in Buitenzorg. Sehr wahrscheinlich identisch mit *Physalospora fallaciosa* Zimmermann (Zentralblatt f. Bakte-

riologie. VIII, 1902, 182), ob dagegen identisch mit *Ph. fallaciosa* Sacc., ist fraglich. Paraphysen konnte ich nicht sehen.

Metasphaeria Scindapsi Rac.

Auf der Oberseite der Blätter bilden sich gelbgrüne, runde, zusammenfließende, nicht scharf begrenzte, 2—5 cm breite Flecke, auf welchen mit bloßem Auge winzig kleine, braunrötliche, ringförmig gestellte Pünktchen sichtbar sind. Die einzelnen Ringe, an welchen die Perithecien dicht nebeneinander stehen, sind voneinander 1—2 mm entfernt. Die Perithecien bilden sich in den Lufträumen unterhalb den Spaltöffnungen, sind ganz in dem Blattgewebe eingesenkt, braunwandig, an der Basis und an den Seiten abgerundet, bis 180 μ lang und breit, gegen die Mündung ein wenig ausgezogen (im Innern des Blattes), am Scheitel flach, bis 90 μ breit, nicht vorragend, mit einer kleinen Mündung. Paraphysen fadenförmig, während der Reife der Sporen verschleimend. Asci schmal zylindrischoval, gegen die Basis stärker, als gegen die Spitze verschmälert, an der Spitze flach abgerundet, in der Mitte 18—20 μ breit, 70—80 μ lang, achtsporig. Sporen länglich, glatt, farblos, in vier Zellen durch die Querwände geteilt, 38—42 μ lang, 5 μ breit, gerade oder etwas gekrümmt, gegen die Enden verschmälert.

An den Blättern der kletternden *Scindapsus*arten auf dem Gedeh. Die Flecke verfaulen nach der Reife der Sporen, die Fäule schreitet zentrifugal fort.

Ascospora Ophioryzae Rac.

Auf der Oberseite der Blätter runde, gelbgrüne, 2—5 mm breite Flecke, auf welchen als winzig kleine schwarze Pünktchen zahlreiche, voneinander entfernte, Stigmatea ähnliche und ganz eingesenkte Perithecien sichtbar sind. Die Hyphen wuchern zwischen den Mesophyllzellen, welche von den Haustorien wie punktiert erscheinen. Perithecien flach kuglig, 100—125 μ breit, bis 100 μ hoch, in der Lufthöhle unter einer Spaltöffnung gebildet, mit der Basis an die Pallissadenzellen, mit der Spitze an die Epidermiszellen stoßend, nicht vorragend, neben der Mündung kohlschwarz, sonst braun- und dünnwandig. Asci büschelig breit, zylindrisch, an der Spitze abgerundet, bis 14 μ breit, 50—60 μ lang, achtsporig. Paraphysen fehlen. Ascoporen farblos, länglich oval, in 2 Reihen liegend, hyalin, glatt, einzellig, 10—11 μ lang, 4—5 μ breit.

Auf einer weiß- und großblumigen *Ophiorizaa*rt *(Rubiaceae)* auf dem Gedeh.

Didymella Cocconiae Rac.

In dem Stroma der *Cocconia Placenta* rundliche, mit flacher Basis und verschmälerter Spitze, 0·4—0·6 mm breite Perithecien vorhanden. Diese bilden sich an verschiedensten Stellen, manchmal neben, manchmal schief oder übereinander, verursachen hüglige Emporwölbungen des Stromas, haben keine vorragende, sondern nur eine punktförmige Mündung und weißen Inhalt. Ihr Gehäuse ist sehr deutlich schwarz. Paraphysen vorhanden, fadenförmig. Zwischen den Paraphysen und kürzer als diese stehen die sehr zahlreichen, jedoch merkwürdig kurzen Asci. Diese sind lanzettlich zylindrisch, an der Spitze abgerundet, 38—46 μ lang, 11—13 μ breit, achtsporig. Ascosporen farblos, zweizellig, 12—15 μ lang, 4 μ breit, zweizellig, farblos, ovallanzettlich, in zwei Reihen liegend.

In den Stromata der *Cocconia Placenta*, welche sich in den Blättern der *Symplocos spicata* entwickeln, auf dem Pangerango spärlich angetroffen.

Paidania nov. gen.

Parasitische *Pyrenomyceten*, welche in den Blättern leben, dort die Bildung kugliger, hervorragender Gallengeschwülste verursachen, in welchen je ein (seltener 2) Perithecien eingesenkt sitzen. Peritheciengehäuse hell bräunlich, nicht schwarz, die Mündung der Perithecien wächst aus dem Gallengewebe nach außen als ein schwarzer, mit steifen, mit Jod sich blaufärbenden, an ihren Basen verschleimenden Borsten besetzt. Von oben gesehen, ist die kissenartige, behaarte Mündung nicht rund, sondern radiär lappig gespalten (in 3—5 Lappen). Paraphysen vorhanden. Asci dünnwandig, achtsporig; Ascosporen einzellig, hyalin, oval.

Nächst verwandt mit *Venturia*, jedoch durch einzellige Sporen, radiale Mündung und Gallenbildung verschieden. Der Gattungsname ist nach Pa Idan, dem kenntnisreichen sundanesischen Floristen und Sammler gewählt.

Paidania Melastomacearum Rac.

Auf der Unterseite der Blätter sind rundliche, gelbliche Flecke sichtbar, auf welchen mehrere (15—40) schwarze Perithecien er-

scheinen. Das interzelluläre Mycelium verursacht an der Blattunterseite die Bildung sehr kleiner, halbkugliger, aus hohen, palisadenähnlichen Zellen aufgebauten, bis 270 μ breiten Gallen, welche dicht nebeneinander stehen. Im Innern jeder Galle entwickelt sich ein (seltener zwei) anfangs ganz eingesenktes, rundliches Perithecium, dessen Mündungsteil die bedeckenden Zellenschichten durchbricht und oben, rings um das sehr schmale Mikropyle, ein 90—100 μ hohes, 240—290 μ breites, aus dunklen. radiär divergierenden Hyphen aufgebautes, frei über das Gallenscheitel ausgebreitetes Kissen bilden. Dieses ist, von oben gesehen, nicht kreisförmig, sondern sternartiglappig, mit 3—5, meist aber mit 4 deutlichen, so langen wie breiten, radiären Lappen. Die Hyphen, welche dieses Kissen aufbauen, reproduzieren zwischen den Hyphen Schleimgallerte und werden durch Jod blaugefärbt, die Enden dieser Hyphen laufen in konische braune, stachlige, leicht abfallende, 6—7 μ an der Basis dicke, 18—22 μ lange Stacheln aus. Nur die an der Mündung nächstgelegenen Teile des Peritheciumgehäuses sind schwarz, die mehr basalen blaßbraun. Paraphysen fadenförmig dünn. Asci dünnwandig, schmal keulenförmig, 90—96 μ lang, 17—20 μ breit, achtsporig. Perithecialhöhle kuglig, 130—150 μ breit. Ascosporen farblos, glatt, in einer Reihe liegend, oval, an den Enden abgerundet, 13—17 μ lang, 6—7 μ breit.

Auf verschiedenen, lianenartigen *Dissochaeta*arten in Depok, auf dem Salak und Gedeh häufig.

Myrmaecium Milletiae Rac.

In den Blättern bilden sich runde, anfangs grünlichgelbe, dann gelbe, 0·5—1 cm breite Flecke, in deren Zentrum das die Perithecien bildende Stroma angelegt wird. Farblose Hyphen wuchern zwischen den Mesophyll-, besonders den Palisadenzellen und bilden nachher zwischen den Epidermiszellen und den Palisaden ein anfangs ganz farbloses, etwa 50 μ dickes Stroma, welches 1—5 mm breit ist. In diesem Stroma werden sehr zahlreiche Perithecien angelegt, welche die Epidermisschicht warzenartig nach oben heben und diese mit ihren braungelben, niedrigen Mündungspapillen endlich durchbrechen. Oberhalb der Perithecien dringen die Hyphen in die Epidermiszellen ein, werden hier schwarz und verwandeln dieselbe in eine Stromadecke, auch die oberflächliche Lage des Stromas zwischen den Perithecien wird schwarz. Die Perithecien haben eine

differenzierte, dunkelbraune Wandung, entweder eine flache, oder eine nach unten gewölbte Basis, sind entweder linsenförmig, oder rund, ihre Höhle ist 100—190 μ hoch, 200—260 μ breit, mit einer dicken, abgerundeten Mündungspapille. Unter dem Druck der emporwachsenden Mündungspapille wird die stromatisch veränderte Epidermisschicht entweder radiär in spitze, bleibende Lappen, oder hysterioid mit einer Spalte, oberhalb mehrerer dicht nebeneinander stehenden Perithecien gesprengt. Paraphysen fehlen. Asci sehr zahlreich, wurstförmig, 9—12 μ breit, 38—44 μ lang, achtsporig. Sporen in zwei Reihen liegend, zweizellig, glatt, oval, 3—4 μ breit, 7—9 μ lang, an den Enden abgerundet, nicht eingeschnürt. Die untere Zelle ist so lang wie breit, schwarzbraun, die obere bedeutend länger, nicht gleichmäßig schwarzbraun, sondern neben der Querwand mit einer hyalinen Membranquerzone. Auf den Blättern der *Milletia sericea* in Diasinga westlich von Buitenzorg.

Botryosphaeria tjampeana Rac.

Auf der Unterseite der Blätter stehen oberhalb der dickeren Nerven vereinzelte Gallen. Diese sind anfangs grün, nachher gelb, endlich rußschwarz, indem in dem parenchymatischen, von kurzen Gefäßbündeln durchzogenen Gallengewebe unterhalb der Oberfläche ein dickes, schwarz berindetes Stroma gebildet wird. Die Gallen sitzen mit verschmälerter Basis, sind im Umriß rundlich oder rundlich eckig, 1·5—3 mm breit, im Längsschnitt oval, verflacht, an der Oberfläche höckerig, nicht glänzend, 1—2 mm hoch, an den Seiten abgerundet. Stromarinde außen schwarz, innen weißbräunlich, aus fast isodiametrischen, parenchymatischen, nicht vertikal gestreckten Zellen aufgebaut, Stroma im ganzen 620—800 μ dick. In dem Stroma sind sehr zahlreiche genau kugelige Perithecien, von 300—340 μ Breite eingesenkt, von welchen eine zylindrische, 200 bis 220 μ lange Mündung bis zur Oberfläche führt und da mit einer niedrigen Papille endet. Paraphysen nicht gefunden. Die Wandung deutlich ausgebildet, dunkler als Stroma. Asci sehr dicht stehend, achtsporig, in der Mitte etwas dicker, 10—12 μ breit, 38—43 μ lang. Ascosporen in dem breiteren Ascusteil gekreuzt liegend, einzellig, glatt, farblos, oval, 3—4 μ breit, 9—11 μ lang.

Auf der Unterseite der Blätter des *Mallotus Blumeanus* Müll. Arg. in Tjampea bei Buitenzorg.

Botryosphaeria Uncariae Rac.

Mycel interzellulär, unter der Epidermis der Blattoberseite ein schwarzes, rundliches Stroma bildend. Rings um dieses Stroma wird das Blattgewebe gerötet, dicht am Rande des Stromas gallenartig verdickt, oberhalb des Stromas zersprengt, so daß das schwarze Stroma frei liegt. Stroma bis 0·5 mm hoch, 1—3 mm breit, in der Mitte flach und dünn (später häufig perforiert), am Rande ringförmig verdickt. In der verdickten Randwulst sitzen, zu einem Ring angeordnet, die ganz eingesenkten, kuglig runden Perithecien von 350—500 μ Breite, ohne eine deutlich differenzierte Wandung, mit sehr schmaler, eingesenkter Mündung. Asci kurz keulig, achtsporig, Sporen einzellig, farblos, dünnwandig, glatt, oval, beiderseits abgerundet, gerade oder ein wenig gebogen, 19—24 μ lang, 8—11 μ breit.

Auf der Oberseite der Blätter von *Uncaria* sp. In einer Chinaplantage bei Soekanegara—Preanger.

Helotium helvolum (Junghuhn) Patouillard.

Syn: *Peziza helvola* Junghuhn, Praemissa in floram cryptogamicam Javae insulae. Batavia 1839 S. 30. Fig. 17.
Cenangium helvolum Saccardo, Syll. fung. VIII S. 570.
Helotium helvolum Patouillard, En. champ. S. 120.

Gewöhnlich auf Knoten, seltener mitten auf Internodien am unteren Teil der *Bambusa*stämme auftretend. Das Mycelium ist braunwandig, dringt durch junge adventive Wurzeln, oder an Wundstellen in den Stamm und entwickelt sich besonders in dem spärlichen Parenchym der Leitbündel, diese ganz mit Hyphen erfüllend und schwarz färbend. In den sklerenchymatischen Fasern entwickelt sich das Mycelium nur wenig, ohne die verdickte Wand zu lösen, und diese durch zahlreiche braune Hyphen senkrecht durchbohrend. Die Fruchtkörper brechen sukzessive durch die Epidermis nach außen, stehen dicht gedrängt auf rundlichen, 2—8 cm breiten Flekken. Die Fruchtbecher sind kurz gestielt, ihr Stiel ist 0·3—0·8 mm hoch, bis 0·6—1 mm breit. Apothecien anfangs ganz geschlossen, nachher ausgebreitet, in die Breite wachsend, rundlich oder unregelmäßig rundlich, 3—10 mm breit, lederig, dünn, flach vertieft, nach dem Austrocknen nach innen gerollt und dann gewöhnlich dreieckig oder schmal oval. Die ganze Oberfläche, besonders die der

noch jungen Fruchtkörper zottig, und zwar dicht mit unregelmäßigen zottigen, oder unregelmäßigen konischen, bis 120 μ langen, parenchymatischen Emergenzen bedeckt, und ebenso wie die nur undeutlich dunklere Fruchtscheibe ochergelb. Fruchtgehäuse dünn, nur auf der Oberfläche zottig, sonst ebenso wie das Hypothecium und der Stiel aus geschlängelten Hyphen aufgebaut. Paraphysen farblos, fadenförmig, unverzweigt, ohne Epithecium, 1·5 μ dick, an der Spitze nicht verdickt. Asci linear, an der Spitze abgerundet, dünnwandig, 70—80 μ lang, 5—6 μ breit, achtsporig. Sporen einzellig liegend, oval, glatt hyalin, 6—7 μ lang, 2—2·5 μ breit, schon in dem Schlauch durch eine Querwand geteilt, nicht eingeschnürt.

Von Junghuhn auf Merapi gesammelt, wo ich es auch gefunden habe. Bei Buitenzorg häufig auf *Gigantochloa*- und *Bambusa* arten.

---

22. *O zmianach peryodycznych treści widzianych obrazów. — Sur les variations périodiques du contenu des images vues dans un contour donné.* — Mémoire de M. **LÉON CHWISTEK**, présenté par M. N. Cybulski m. t. dans la séance du 1 Février 1909.

I.

Introduction.

On peut distinguer deux types fondamentaux de variations périodiques des images réelles. Le premier groupe comprend tous les phénomènes d'apparition et de disparition périodique des parties de l'image; ces phénomènes, relativement peu compliqués, ont été l'objet de nombreuses recherches expérimentales et théoriques. Leur explication doit être basée sur les variations périodiques de la longueur du rayon de courbure du cristallin de l'oeil, variations observées pour la première fois par M. W. Heinrich[1]). Le deuxième groupe comprend les images réversibles. Dans ce groupe, il y a lieu de distinguer plusieurs groupes secondaires:

[1]) W. Heinrich: Zur Erklärung der Intensitätschwankungen eben merklicher optischer u. akustischer Eindrücke. Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1898.

W. Heinrich u. L. Chwistek: Über das periodische Verschwinden der kleinen Punkte. Zeitschr. f. Sinnesphys. 1906.

1. Les images perspectives. Ce groupe comprend les phénomènes de variation périodique de la localisation dans l'espace des parties d'une image ou d'un modèle. On trouvera un aperçu très remarquable de ces phénomènes dans la monographie de M. Wallace Wallin[1]). Ils se présentent sous deux aspects différents: *a*) Dans le premier type, le contour de l'image reste immobile tandis que ses parties intérieures se déplacent perpendiculairement au plan du contour qui est le plan de symétrie de ce déplacement (concavités, rainures, convexités, protuberances, ainsi que basreliefs, matrices etc.; dessins correspondants). *b*) Le second type comprend ce qu'on peut appeler phénomènes de réversion totale ou partielle de l'image (modèles et dessins perspectifs de figures géometriques). Mme A. Wyczółkowska, à l'aide de mesures ophtalmométriques

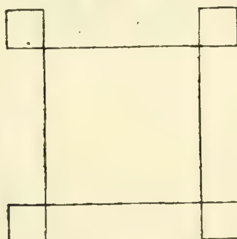


Fig. 1.

du rayon de courbure du cristallin de l'oeil, a démontré la simultanéité des variations subjectives des dessins géométriques avec les oscillations décrites par M. Heinrich[2]). Indépendamment de ces recherches, j'ai eu aussi l'occasion de constater personnellement l'existence de cette simultanéité, en exécutant des expériences d'après les conseils de M. le prof. Heinrich.

2. Le deuxième groupe comprend les phénomènes de groupement et d'accentuation subjective des diverses parties de l'image; M. Schumann a décrit beaucoup de phénomènes remarquables de cette catégorie[3]). Un des plus intéressants est le suivant: Con-

[1]) J. E. Wallace Wallin: Optical Illusions of Reversible Perspective Princeton N. J. 1905.

[2]) A. Wyczolkowska: Illusions of Reversible Perspective. Psych. Review. 13 (4) 1906.

[3]) M. Schumann: Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. der Sinnesorgane 23, 24.

sidérons un carré dont l'aire est partagée. par des lignes droites parallèles à ses côtés, en plusieurs petits carrés. On peut grouper subjectivement une partie des droites de cette figure de différentes manières. en sorte qu'elles constituent une figure nouvelle. Une de ces figures est représentée sur la fig. 1. M. Schumann remarque que l'apparition de cette figure ne peut dépendre de l'accommodation de l'oeil[1]; mais il énonce cette opinion sans l'appuyer de preuves.

3. Le troisième groupe est celui qui fait le sujet de cette Note.

II.

Description du phénomène.

En regardant attentivement les figures Nos I, VI, VII, nous constatons sans peine que leurs contours sont identiques. Sur les



Nr. I

Fig. 2.



Nr. VI

Fig. 3.

figures Nos VI et VII on a ajouté quelques lignes et on a obtenu de cette manière des dessins schématiques qui représentent un aigle et un magicien. Considérons la figure N⁰ I et demandons-nous si elle représente le contour d'un magicien ou d'un aigle. Les réponses seront variables. On peut bien voir un magicien ou un aigle sur la figure mais on peut aussi ne voir ni l'un ni l'autre. Supposons qu'à un moment donné. la figure N⁰ I représente le contour d'un magicien. Si l'on prolonge un peu la durée de l'observation, on con-

[1] l. c.

state que le magicien disparaît, en cédant la place à l'aigle. Après quelque temps, l'aigle disparaît à son tour et nous retrouvons le magicien, et ainsi de suite. Ceci précisément est le phénomène de variation périodique du contenu d'une image plane. Les variations sont aussi précises et indépendantes de la volonté de l'observateur que les autres variations dont il a été question plus haut au § I. La



Nr. VII

Fig. 4.

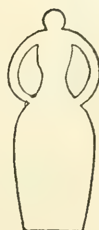


Fig. 5.

construction de dessins analogues aux précédents est facile; un des plus intéressants est la fig. 5 qui m'a été proposée par M. Niesiołowski; on y voit une femme ou un vase. C'est la série des figures N^{os} I—VI qui a servi d'objet à mes expériences.

III.

Expériences.

Je me proposais tout d'abord de mesurer les périodes des variations observées avec des dessins ayant le même contour que le N^0 I. Ces dessins sont rangés en une série N^{os} I—VI de manière que chaque dessin suivant contienne toutes les lignes du dessin précédent et une ligne nouvelle ajoutée de plus; le dessin N^0 VI contient ainsi toutes les lignes qui se trouvent dans les dessins précédents. Les observations étaient inscrites sur un cymographe à l'aide d'une aiguille mise en mouvement par un courant électrique. Sur la même ligne verticale se trouvait une autre aiguille en communication avec un chronomètre de Jacquet qui enregistrait chaque cinquième de seconde. Pendant toute la durée de la vision du ma-

gicien ou éventuellement de celle de l'aigle, l'observateur appuyant sur un bouton de contact électrique faisait passer le courant. J'ai varié de trois manières les conditions dans lesquelles les expériences étaient exécutées. Le premier groupe comprenait ce que nous



Nr. II

Fig. 6.



Nr. III

Fig. 7.

appellerons observation libre (la tête est immobile, les mouvements des yeux ne sont pas exclus, la disposition psychique est noncha-



Nr. IV

Fig. 8.



Nr. V

Fig. 9.

lante); dans l'autre, j'engageais l'observateur à tâcher de voir l'aigle aussi longtemps que possible; c'est ce qu'on peut appeler observation contrainte. Dans le troisième groupe d'expériences l'observateur fixait les yeux sur le sommet de la figure (pointe du bec de l'aigle). Deux personnes servaient de sujets à mes expériences:

Mlle Louise Bohusz-Siestrzencewicz (L. B. S.) et moi-même (Ch.). Dans le premier cas, l'observation était monoculaire, la distance du dessin à l'oeil était de 1^{m} 25; dans le second cas, l'observation était binoculaire et la distance était de 0^{m} 60[1]).

IV.

Résultats.

Les périodes moyennes de la vision du magicien et de celle de l'aigle varient, dans mes expériences, dans des limites considérables. Cependant, si l'on fait abstraction de quelques cas exceptionnels, on peut arriver à démêler certaines régularités.

Pour chaque expérience on a évalué la période moyenne de la vision (M.), ainsi que la période maximum (Max.) et la période minimum (Min.); enfin on a évalué ce qu'on appelle erreur moyenne (E.). On trouvera encore dans les tables le nombre des notes enregistrées (N.) et le nombre des expériences dont on a résumé les résultats (N. d'exp.). Pour une série d'expériences exécutées avec le même observateur, on trouvera trois tables. Dans la première, on a résumé les résultats obtenus par l'enregistrement des durées de la vision du magicien, dans l'autre, ceux qui ont été obtenus par l'enregistrement des durées de la vision de l'aigle. La troisième table donne les valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes de toutes les expériences ainsi que le nombre total des notes enregistrées et la période totale de la vision (P. t.). La durée de la vision est évaluée en secondes.

I. Série. Observation libre.

Considérons les résultats de la premiére série de nos expériences qui sont résumés dans les tables I—VI (voir p. 400—401).

a) Durée de la vision du magicien. Si l'on compare les unes aux autres les périodes moyennes de la vision du magicien qu'on a obtenues pour les divers dessins de notre série, on peut constater que si l'on passe d'un dessin donné au dessin suivant dans cette série, on observe en général un accroissement de la période moyenne de la vision du magicien. En d'autres termes, si dans un

[1]) Je dois adresser mes sincères remercîments à Mlle Bohusz-Siestrzencewicz qui pendant toute la durée des expériences a toujours temoigné la plus grande persévérance.

L. B. S. I. Observation libre.

On a noté les durées de la vision du magicien.

N° du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
N° I.	2·25	5·74	0·54	0·47	59	2·28	4·26	1·21	0·3	55	5
N° II.	2·55	4·47	0·09	0·47	46	2·13	4·58	0·6	0·37	41	5
N° III.	2·19	3·61	1·4	0·39	33	2·3	4·04	0·2	0·52	29	4
N° IV.	4·46	8·26	0·05	0·94	29	1·47	2·48	0·08	0·25	26	4
N° V	3·38	10·2	0·16	1·12	29	1·19	2·56	0·1	0·3	29	4
N° VI.	4·91	9·44	1·4	1·66	20	1·4	2·56	0·7	0·3	22	4

L. B. S. II. Observation libre.

On a noté les durées de la vision de l'aigle.

N° du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
N° I.	2·03	3·34	1·14	0·34	52	1·79	3·14	1·04	0·35	56	4
N° II.	2·37	4·27	1·08	0·45	59	1·84	3·37	0·75	0·35	65	6
N° III.	2·25	4·88	1	0·46	43	1·73	2·8	0·06	0·36	48	5
N° IV.	3·82	9·19	1·12	1·13	40	1·04	1·91	0·34	0·18	44	5
N° V.	3·98	11·58	0·62	0·88	30	1·12	2·57	0·09	0·35	45	5
N° VI	4·01	14·91	1·05	1·14	46	1·24	2·09	0·54	0·22	51	6

L. B. S. III. Observation libre.

Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

N° du dessin	Magicien			Aigle			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
N° I.	2·13	0·41	111	2·07	0·32	100	4·2
N° II.	2·44	0·46	105	1·97	0·36	106	3·41
N° III.	2·22	0·43	76	1·99	0·43	77	4·21
N° IV.	4·11	1·04	69	1·23	0·21	70	5·34
N° V.	3·82	0·99	67	1·3	0·33	74	5·21
N° VI.	4·38	1·35	66	1·31	0·25	73	5·69

Ch. IV. Observation libre.

On a noté les durées de la vision du magicien.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	1·23	2·66	0·17	0·22	35	2·07	4·77	1·16	0·4	33	3
Nº II.	1·38	3·24	0·08	0·24	45	1·8	2 67	0·07	0 53	44	3
Nº III.	1·78	3·99	1·07	0·37	41	1·93	3·26	0·89	0·29	39	3
Nº IV.	1·98	5·54	0·92	0·44	41	1·71	2·93	0·96	0·19	40	3
Nº V.	1·59	3·26	0·74	0·29	44	2·1	3·6	1·15	0·39	43	3
Nº VI.	2·08	3·96	0·17	0·38	34	2·19	3·51	0·07	0·37	35	3

Ch. V. Observation libre.

On a noté les durées de la vision de l'aigle.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	2·19	3·52	1·58	0·26	29	1·28	1·74	0·6	0·18	31	3
Nº II.	1·83	3·7	0·63	0·32	38	1·45	3·98	0·21	0·47	41	3
Nº III.	1·65	2·53	1·12	0·16	40	1·42	3·16	0·56	0·22	41	3
Nº IV.	2·16	3·92	1·21	0·3	40	1·25	2 59	0·54	0·19	43	3
Nº V.	2·59	6·21	1·12	0·72	33	1·86	3·35	0·56	0·47	34	3
Nº VI.	2·77	6·82	1·5	0 54	32	1·81	3·15	0·92	0·37	70	3

Ch. VI. Observation libre.

Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Nº du dessin	Magicien			Aigle			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
Nº I.	1·71	0·24	64	1·67	0·28	64	3·38
Nº II.	1·61	0·28	83	1·63	0·5	85	3·24
Nº III.	1·72	0·27	81	1·67	0·26	80	3·39
Nº IV.	2·07	0·37	81	1·48	0·19	83	3·55
Nº V.	2·09	0 50	77	1·98	0·43	77	4·07
Nº VI.	2·43	0·46	66	2	0·37	70	4·43

dessin l'on ajoute quelques détails empruntés au dessin N° VI, la période moyenne de la vision du magicien en général augmente. Ce sont surtout les résultats obtenus avec Ch. qui justifient cette règle. Nous voyons en effet qu'à l'exception d'un seul cas particulier (la période moyenne du N° I est un peu trop grande) toutes les périodes satisfont à la règle précédente. Les résultats obtenus avec L. B. S. contiennent deux cas exceptionnels (les périodes moyennes des N°s II et IV sont trop grandes).

b) Durée de la vision de l'aigle. Si l'on passe d'un dessin donné au dessin suivant de la série I—VI, la période moyenne de la vision de l'aigle en général augmente. Mais chez Ch., la période moyenne du N° I est trop grande, celle du N° IV est trop petite; chez L. B. S., la période du N° I est encore trop grande et de plus, les périodes des N°s IV, V, VI sont toutes plus petites que celles des N°s II et III.

c) Période totale. La période totale moyenne de la vision (magicien + aigle) augmente avec le numéro du dessin; cependant les dessins N^{os} I et IV donnent des nombres trop grands.

II. Série. Observation contrainte.

(Voir Tab. VII—XII p. 403—404).

a) Durée de la vision du magicien. Ici, nous constatons encore l'accroissement de la période moyenne de la vision du magicien, simultanément avec la progression du numéro du dessin, dans la série I—VI. Mais, chez L. B. S., la période du N° I et, chez Ch., celle du N° IV sont trop grandes.

b) Durée de la vision de l'aigle. La période moyenne de la vision de l'aigle diminue en général si, dans la série I—VI, l'on prend un dessin d'un numéro plus grand que celui du dessin donné; cependant la période du N° IV chez Ch. est trop petite.

c) Période totale. La période totale de la vison diminue en général si l'on passe d'un numéro donné au numéro suivant. Mais, chez L. B. S., la période du N° IV est égale à celle du N° III et la période du N° V est trop petite.

Résumé.

Remarquons d'abord que les résultats des deux premières séries présentent beaucoup d'analogie entre eux, tandis que ceux de la

L. B. S. VII. Observation contrainte.

On a noté les durées de la vision du magicien.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	1 16	2·16	0·7	0·39	30	5·65	10·27	2·97	1·52	29	4
Nº II.	0·88	1·48	0·59	0·16	28	5·49	12·3	2·31	1·91	25	4
Nº III.	0·89	2·35	0·08	0·22	31	4·36	11·03	2·17	1·22	29	4
Nº IV.	2·16	4·18	1·01	0·57	28	4·18	6·52	1·73	1·11	27	4
Nº V.	1·85	3·7	0·72	0·43	34	2·44	2·74	0·73	0·63	33	4
Nº VI.	2 03	3·95	1·18	0·47	35	2·27	4·12	1·07	0·47	30	4

L. B. S. VIII. Observation contrainte.

On a noté les durées de la vision de l'aigle.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	1·48	2·34	0·83	0·33	23	6·04	13·15	2·12	1·58	21	4
Nº II.	1·05	1·74	0·78	0·12	25	5·13	10·03	0·74	1·69	24	4
Nº III.	1·4	3·08	0·71	0·25	18	4·98	10·12	2·1	2	20	4
Nº VI.	1·6	2·38	0·93	0·28	27	3·68	14 89	1·36	0·82	24	4
Nº V.	1·92	3·02	1	0·39	28	3·41	6·6	0·76	0·61	29	4
Nº VI.	2·75	5·96	1·18	0·54	22	3·46	10·21	0·52	0·74	25	4

L. B. S. IX. Observation contrainte.

Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Nº du dessin	Magicien			Aigle			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
Nº I.	1·32	0·33	53	5·84	1·58	50	7·16
Nº II.	0·97	0·14	53	5·31	1·8	49	6·28
Nº III.	1·14	0·23	49	4·67	1·61	49	5·81
Nº IV.	1·88	0·41	55	3·93	0·96	51	5·81
Nº V.	1·89	0·41	62	2·93	0·62	62	4·82
Nº VI.	2·32	0·5	57	2·86	0·61	55	5·18

Ch. X. Observation contrainte.

On a noté les durées de la vision du magicien.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	0·89	2	0·38	0·33	17	6·51	9·92	3	1·52	18	3
Nº II.	1·44	3·02	0·47	0·62	20	5·67	12·19	2·41	1·21	18	3
Nº III.	1·97	3·12	0·5	0·5	20	5·21	9·09	2·33	1·31	20	3
Nº IV.	3·16	6·54	1·21	1·03	24	3·49	5·66	1·5	0·73	23	3
Nº V.	3·11	6·58	1·19	1·01	17	4·26	6·4	2·57	0·73	20	3
Nº VI.	2·99	5·32	0·86	0·79	21	3·9	5·94	2·28	0·76	23	3

Ch. XI. Observation contrainte.

On a noté les durées de la vision de l'aigle.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	2·21	4·02	0·59	0·41	18	5·82	10·29	2·5	1·59	18	3
Nº II.	2·3	3·83	1·37	0·37	20	5·4	9·69	1·58	1·11	17	3
Nº III.	2·83	3·59	1·95	0·21	18	4·7	6·98	2·41	0·76	17	3
Nº IV.	4·72	10·83	2·59	0·77	20	3·23	6·68	1·2	0·74	19	3
Nº V.	3·05	6·11	1·21	0·96	22	3·96	5·78	2·14	0·9	20	3
Nº VI.	4·28	8·26	1·94	1·2	21	3·16	8·05	0·9	1·3	21	3

Ch. XII. Observation contrainte.

Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Nº du dessin	Magicien			Aigle			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
Nº I.	1·55	0·37	35	6·16	1·55	36	7·71
Nº II.	1·87	0·49	40	5·54	1·16	35	7·41
Nº III.	2·4	0·36	38	4·96	1·03	37	7·36
Nº IV.	3·94	0·9	44	3·36	0·73	42	7·3
Nº V.	3·08	0·98	39	4·11	0·81	40	7·19
Nº VI.	3·63	0·97	42	3·53	1·03	44	7·16

troisième série, comme on va le voir, sont tout à fait différents. Or, les deux premières séries donnent lieu aux remarques suivantes: 1° les règles générales concernant les relations des diverses périodes moyennes d'une même table sont identiques pour la vision du magicien et elles sont contraires pour la vision de l'aigle. 2° les dessins N° I et N° IV présentent le plus grand nombre d'exceptions, ils donnent souvent des périodes trop grandes (N° I) ou trop petites (N° IV) lorsque l'observation est contrainte. Ajoutons que la plus grande différence des périodes qui se rapportent à deux dessins voisins est celle entre la période de la vision du magicien du N° IV et celle du N° III.

En passant de l'observation libre à l'observation contrainte on constate chez Ch. l'augmentation de la période moyenne de la vision du magicien. La moyenne des périodes moyennes de tous les dessins est:

L. B. S. obs. libre 3·18; obs. contr. 1·59; Ch. obs. libre 1·93; obs. contr. 2·74. Les mêmes moyennes pour la vision de l'aigle sont: L. B. S. obs. libre 1·64; obs. contr. 4·25; Ch. obs. libre 1·73; obs. contr. 4·61. Ainsi, lorsqu'on passe de l'observation libre à l'observation contrainte on constate chez les deux personnes une augmentation de la vision de l'aigle.

III. Série.

Si l'on fixe les yeux sur le sommet de la figure. on obtient des résultats inattendus.

(Voir Tab. XIII—XVIII p. 406—407).

a) Durée de la vision du magicien. Chez L. B. S., les périodes moyennes de la vision du magicien qui se rapportent aux N^os^ I, II, IV, VI vont en augmentant, celles des N°s II, III, V vont en diminuant. Ce que l'on constate chez Ch. peut paraître invraisemblable: les périodes diminuent, avec une seule exception (la période du N° II est plus grande que celle du N° I) lorsqu'on passe d'un dessin donné au dessin d'un numéro plus grand.

b) Durée de la vision de l'aigle. Chez L. B. S., les périodes moyennes de la vision de l'aigle diminuent depuis le N° I jusqu'au N° IV, et depuis le N° V au N° VI, mais la période du N° V est plus grande que celle du N° I. Chez Ch., les périodes des N°s II, IV, V, VI vont en diminuant et celles des N^os^ I, III, IV augmentent.

L. B. S. XIII. On a fixé l'oeil sur le sommet de la figure.
On a noté les durées de la vision du magicien.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	1·63	5·48	0·35	0·78	36	3·43	5·76	0·84	0·82	33	4
Nº II.	1·58	3·76	0·51	0·58	33	3·77	7·15	1·6	1·16	31	4
Nº III.	1·51	3·69	0·12	0·44	40	2·9	5·38	0·31	0·68	41	4
Nº IV.	2·87	6·47	0·13	0·84	35	2·27	5·5	0·13	0·57	35	4
Nº V.	1·88	4·08	0·22	0·5	25	4·17	7·33	0·12	0·86	25	4
Nº VI.	3·3	6·61	0·5	1·17	25	3·72	7·17	0·99	0·82	24	4

L. B. S. XIV. On a fixé l'oeil sur le sommet de la figure.
On a noté les durées de la vision de l'aigle.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	2·37	3·83	0·08	0·51	34	2·61	7·54	0·08	1·09	34	4
Nº II.	3·93	6	0·09	0·86	34	1·14	2·44	0·18	0·37	36	4
Nº III.	3·6	6·8	0·14	0·85	35	1·56	3·52	0·12	0·44	36	4
Nº IV.	3·28	7·18	0·12	0·78	29	1·44	3·75	0·18	0·43	31	4
Nº V.	2·98	4·61	1·73	0·81	29	2·31	5·4	0·66	0·72	32	4
Nº VI.	3·88	6·54	1·4	0·93	25	2·59	4·37	0·73	0·65	25	4

L. B. S. XV. On a fixé l'oeil sur le sommet de la figure.
Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Nº du dessin	Magicien			Aigle			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
Nº I.	2	0·64	70	3·01	0·95	67	5·01
Nº II.	2·75	0·72	67	2·45	0·76	67	5·2
Nº III.	2·55	0·64	75	2·23	0·56	77	4·78
Nº IV.	3·09	0·81	64	1·86	0·5	66	4·95
Nº V.	2·43	0·65	54	3·24	0·79	57	5·76
Nº VI.	3·58	1·05	50	3·16	0·77	49	6·74

Ch. XVI. On a fixé les yeux sur le sommet de la figure
On a noté les durées de la vision du magicien.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	2·76	5·51	0·57	0·79	32	4·57	9·07	0·08	1·2	35	4
Nº II.	3·85	6·66	0·4	1·06	22	4·82	8·38	2·21	1·12	22	4
Nº III.	3·58	7·84	0·21	1·11	26	4·52	11·08	0·1	1·43	25	4
Nº IV.	2·83	5·34	0·77	1·05	26	5·04	10·68	2·18	0·81	24	4
Nº V.	3·14	6·86	1·06	0·83	24	4·94	7	2·39	0·86	24	4
Nº VI.	2·2	4·76	0·16	0·76	34	4·22	8·14	0·06	1·58	32	4

Ch. XVII. On a fixé les yeux sur le sommet de la figure.
On a noté les durées de la vision de l'aigle.

Nº du dessin	Magicien					Aigle					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
Nº I.	3·56	7·04	0·43	1·18	30	3·73	9·89	1·04	1·39	29	4
Nº II.	4·67	8·59	2·76	1·14	18	4·96	8·61	2·2	1	17	4
Nº III.	4·38	10·19	0·06	1·19	25	3·97	6·94	0·04	0·96	25	4
Nº IV.	4·85	14·26	0·18	2·46	22	4·38	7·66	0·55	1·18	22	4
Nº V.	3·38	8·98	0·66	1·06	23	4·34	8·12	0·11	1·39	28	4
Nº VI.	3·26	5·29	1·04	0·77	26	4·45	8·3	1·45	0·82	27	4

Ch. XVIII. On a fixé les yeux sur le sommet de la figure.
Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Nº du dessin	Magicien			Aigle			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
Nº I.	3·16	0·99	62	4·15	1·3	64	7·31
Nº II.	4·26	1·1	40	4·89	1·06	39	9·15
Nº III.	3·98	1·15	51	4·24	1·19	50	8·22
Nº IV.	3·84	1·76	48	4·71	1	46	8·55
Nº V.	3·26	0·94	47	4·64	1·13	52	7·9
Nº VI.	2·73	0·76	60	4·34	1·2	59	7·07

c) Période totale. Chez L. B. S., la période totale augmente d'un numéro à l'autre, mais les périodes des Nos I et II sont plus grandes que les périodes des Nos III et IV. Chez Ch., les périodes des Nos II, IV, V, VI vont en augmentant.

Ainsi, les résultats de cette série ressemblent peu aux résultats des séries précédentes, mais aussi les conditions des expériences y étaient beaucoup plus compliquées. Une hypothèse s'impose tout naturellement. Puisque la fixation des yeux sur un point du dessin entraîne des modifications aussi prononcées dans les résultats des expériences, il semble que le phénomène qui nous occupe dépende probablement d'une manière ou d'autre des mouvements de l'oeil. Cette hypothèse a fait l'objet d'une étude spéciale. Les expériences qui s'y rapportent étaient disposées de la manière suivante. Trois aiguilles étaient placées sur une même verticale. L'une enregistrait chaque cinquième de seconde à l'aide du chronomètre de Jacquet, les deux autres remuaient sans bruit au moyen d'un mécanisme pneumatique. L'oeil de l'observateur (L. B. S.) était regardé à l'aide d'une lunette, pendant que l'observateur lui-même enregistrait les périodes de la vision du magicien (N⁰ I). La ligne verticale de la croix de la lunette était placée de manière à être tangente au bord extérieur de l'image de l'iris. De cette manière on pouvait observer les mouvements de l'oeil par rapport à cette ligne. La poire en caoutchouc était comprimée du moment où l'oeil se tournait à droite jusqu'au moment où l'oeil se dirigeait vers la gauche. On a enregistré ainsi 210 mouvements de l'oeil et 178 oscillations subjectives de la figure; or, ce n'est que dans un seul cas qu'on a observé la simultanéité de ces phénomènes. Dans 40 cas environ les deux variations étaient presque simultanées. Nous pouvons donc conclure qu'il n'y a pas de connexion immédiate entre les oscillations subjectives du dessin N⁰ I et les mouvements de l'oeil fixé sur le dessin.

Observons que, pour les dessins Nos IV et V, la période moyenne de la vision du magicien est toujours plus grande que pour le dessin N⁰ I.

V.

Pour répondre à la question si les oscillations dont il a été question plus haut sont les mêmes que les oscillations de type connu, j'ai fait des mesures des périodes 1⁰ du rapprochement et de l'éloi-

gnement de la figure N° I, 2° de la réversion des modèles et 3° de la disparition d'un petit point lumineux.

1. Rapprochement et éloignement de la figure N° I.

Fixons les yeux sur la figure N° I et, oubliant ce qu'elle représente, demandons-nous si elle se trouve plus près ou plus loin de nous que le plan du dessin, c'est-à-dire si nous y voyons une convexité ou une concavité. Une fois on y verra une convexité, une autre fois une concavité. Les périodes de ces oscillations ont été mesurées. On voit que les périodes moyennes qu'on a obtenues sont

XIX.

L. B. S. Expériences sur le rapprochement et sur l'éloignement de la figure du N° I.

Genre des notations	Rapprochement					Éloignement					N. d'exp.	P. t.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N		
On a noté le rappr.	3·78	7·07	0·79	0·7	20	3·47	4·56	2·07	0·62	19	4	—
On a noté l'éloign.	3·43	5·4	1·75	0·64	19	3·18	6·16	1·6	0·7	23	4	—
Valeur moyenne dans toutes les exp.	3·6	—	—	0·67	39	3·32	—	—	0·66	42	8	6·92

XX.

Ch. Expériences sur le rapprochement et sur l'éloignement de la figure du N° I.

Genre des notations	Rapprochement					Éloignement					N. d'exp.	P. t.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N		
On a noté le rappr.	4·29	9·91	1·97	1·28	15	6·2	10·46	1·61	1·72	15	3	—
On a noté l'éloign.	5·82	11·14	0·8	1·84	13	4·95	8·12	1·37	1·82	15	3	—
Valeur moyenne dans toutes les exp.	5·05	—	—	1·56	28	5·58	—	—	1·77	30	—	10·63

presque les mêmes pour le rapprochement que pour l'éloignement de la figure, mais elles sont d'un type tout-à-fait différent de celui des périodes de la première série.

2. Modèles.

J'ai employé trois modèles faits en fil de laiton. Le modèle fig. 10 est composé de deux baguettes reposant sur la surface d'un cône et qui sont jointes par des cercles perpendiculaires à l'axe du cône. Le plus petit de ces cercles était le plus rapproché de l'observa-

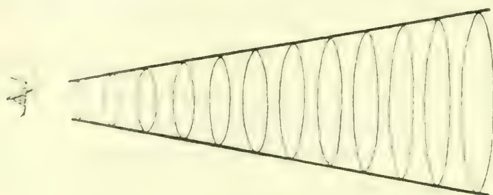


Fig. 10.

teur et posé parallèlement au plan frontal de celui ci. Le modèle fig. 11 est un fauteuil qui a été présenté de côté à l'observateur. Le modèle fig. 12 est un parallélépipède isolatéral. Appelons profondeur du modèle la distance des deux plans parallèles au plan

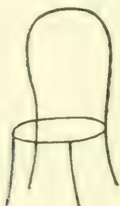


Fig. 11.

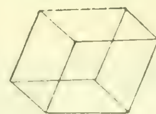


Fig. 12.

frontal qui enferment le modèle et ont tout au moins un point commun avec lui. La profondeur du modèle fig. 10 était de 22 cm. environ, celle du modèle fig. 11 était de 7 cm., enfin celle du modèle fig. 12 était de 3 cm. Les conditions dans lesquelles se faisaient les expériences étaient les mêmes que précédemment; cependant, on prenait 1^{m} 25. pour Ch., comme distance du modèle. Les variations de la localisation dans l'espace des parties de ces modèles présentent deux types différents. Les réversions complètes ne

s'observent que rarement; on observe communément les déplacements perpendiculaires au plan frontal de diverses parties du modèle. Les oscillations des deux types ont été notées.

XXI.

L. B. S. Modèles.

On a noté les durées de la vision normale.

Modèle fig.	Vision normale					Réversion					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
10	2·35	5·4	0·56	0·74	34	2·64	7·24	0·95	0·71	32	4
11	3·63	8·03	2·7	0·82	15	3·15	5·65	1·4	0·93	14	3
12	6·7	16·79	0·85	3·69	14	4·01	8·04	0·63	1·81	15	4

XXII.

L. B. S. Modèles.

On a noté les durées de la réversion.

Modèle fig.	Vision normale					Réversion					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
10	4·6	11·34	0·62	1·22	30	2·32	7·2	0·96	0·71	28	4
11	3·01	5·99	0·45	0·87	21	2·99	7·82	0·41	1·18	24	3
12	8·1	18·87	2·51	2·12	15	4·37	11·64	1·2	1·95	32	4

XXIII.

L. B. S. Modèles.

Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Modèle fig.	Vision normale			Réversion			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
10	3·48	0·98	64	2·6	0·71	60	6·08
11	3·32	1·04	36	3·07	1·05	38	6·39
12	7·4	2·91	29	4·19	1·95	32	11·59

XXIV.

Ch. Modèles.

On a noté les durées de la vision normale.

Modèle fig.	Vision normale					Réversion					N. d'exp.
	M	Max	Min	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
10	4·2	13·36	2·1	1·52	15	2·22	3·49	0·47	1·35	14	2
11	3·02	5·57	1·22	0·74	20	2·94	5·14	0·5	1·09	20	2
12	2·01	3·7	1·11	0·43	22	1·74	2·58	0·92	0·4	23	2

XXV.

Ch. Modèles.

On a noté les durées de la réversion.

Modèle fig.	Vision normale					Réversion					N. d'exp.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N	
10	4·7	11·14	1·52	1·93	19	1·31	3·43	0·1	0·72	20	2
11	3·21	6·92	1·3	1·11	17	2·82	4·65	0·98	0·7	17	2
12	3·12	5·18	1·59	0·93	25	1·5	3·2	0·47	0·98	27	2

XXVI.

Ch. Modèles.

Valeurs moyennes des périodes et des erreurs moyennes dans toutes les expériences.

Modèle fig.	Vision normale			Réversion			P. t.
	M	E	N	M	E	N	
10	4·45	1·72	34	1·76	1·03	34	6·21
11	3·11	0·92	37	2·88	0·89	37	5·99
12	2·56	0·68	47	1·62	0·69	50	4·18

Pour Ch., les périodes moyennes de la vision normale diminuent simultanément avec la profondeur des modèles. Pour L. B. S., la période moyenne de la vision normale est maximum pour le modèle fig. 12. Il importe de faire remarquer que pour L. B. S., les réversions complètes du modèle fig. 10 étaient extrêmement

rares, à ce point que souvent aucune ne se produisait pendant toute la durée d'une expérience et que l'on n'observait que les déformations partielles du modèle. Si l'on compare les résultats de cette série à ceux que l'on a obtenus dans les expériences sur les variations des dessins Nos I—VI on constate qu'il n'y a aucune ressemblance entre ces résultats.

3. Point lumineux.

Les périodes moyennes de la disparition d'un point lumineux qu'on a trouvées pour L. B. S. (distance 1m 20) ne semblent pas comparables aux périodes des variations dont il a été question plus

XXVII.

L. S. B. Disparition périodique d'un petit point lumineux.

On a noté les durées de la disparition.

Nombre de degrés	Vision					Disparition					N. d. exp.	P. t.
	M	Max.	Min.	E	N	M	Max.	Min.	E	N		
40⁰	0·84	2·66	0·05	0·41	14	8·81	25·22	0·22	5·36	18	5	9·65
50⁰	3·06	6·8	0·04	0·78	19	4·62	14·8	0·54	2·15	25	6	7·68
70⁰	3·75	9·14	0·92	1·44	21	1·84	7·14	0·31	0·76	26	6	5·59
90⁰	6·08	18·82	0·18	2·34	30	0·89	3·56	0·07	0·79	37	7	6·97

haut. Les nombres exprimés en degrés dans la table représentent l'intensité relative de la lumière employée dans les diverses expériences, 0⁰ désignant le minimum et 90⁰ le maximum d'intensité.

VI.

De toutes nos experiences nous pouvons conclure que les dessins de la série Nos I—VI présentent une catégorie nouvelle d'images oscillantes dont les périodes ont un caractère différent de celles des oscillations connues. Je me borne à rapporter ces résultats sans essayer d'en donner une théorie. Leur explication exigera sans aucun doute des travaux plus approfondis.

Les recherches que nous venons de résumer ont été exécutées au Laboratoire de Psychologie Expérimentale de l'Université de Cracovie.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków. 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

3 Kwietnia 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A). Mathématiques; Astronomie; Physique; Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

***K. Olszewski.** Die Verflüssigung der Gase	Mai	1908
K. Jabłczyński. Katalyse in heterogenen Systemen	Mai	1908
M. Dziurzyński. Umlagerung des Diphenylhydrazophenyls unter der Einwirkung von HCl	Mai	1908
J. Lewiński. Dépôts jurassiques près Chęciny	Mai	1908
Z. Klemensiewicz. Antimonchlorür als ionisierendes Lösungsmittel	Juin	1908
K. Jabłczyński. Kinetik der Folgereaktionen	Juill.	1908
K. Jabłczyński. Rührgeschwindigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit	Juill.	1908
K. Kling. O-, m-, p-Tolyläthylalkohole	Juill.	1908
A. Korczyński. Anormale Salze	Juill.	1908
J. Buraczewski, T. Koźniewski. Jodderivate des Strychnins etc.	Juill.	1908
F. Kamieński. Microphotographie stéréoscopique	Juill.	1908
J. v. Kowalski. Beiträge zur Kenntnis der Luminiszenz	Oct.	1908
L. Natanson. Elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active medium	Oct.	1908
G. G. Wilenko, Z. Motylewski. Wirkung von Na auf Cholesterin in der Lösung in Amylalkohol	Nov.	1908
L. Gosiewski. Sur la moyenne arithmétique et la loi de Gauss	Déc.	1908
St. Loria. Die Dispersion des Acetylens und Methans	Déc.	1908
J. Morozewicz. Über Hatchettin von Bonarka bei Krakau	Déc.	1908
W. Łoziński. Mech. Verwitterung d. Sandsteine im gemäss. Klima	Janv.	1909
L. Natanson. Elliptic polarization of light transmitted through an absorbing naturally-active body. Supplementary Note	Janv.	1909
S. Zaremba. Calcul numérique des fonctions demandées dans le Problème de Dirichlet et le Problème hydrodynamique	Févr.	1909
St. Loria. Die Dispersion des Äthylens und Äthans	Févr.	1909
J. Morozewicz. Gewinnung seltener Erden aus Mariupolit	Févr.	1909
Br. Radziszewski. Sur les glyoxalines	Févr.	1909
Z. Jakubowski, St. Niementowski. Säuren des 8 8′-Dichinolyls	Févr.	1909
L. Bruner, J. Vorbrodt. Einfluß der Lösungsmittel auf die Verteilung der Isomere	Févr.	1909

* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

B). Sciences biologiques.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 4. AVRIL. 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislas Natanson**,
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

Nº 4. Avril. 1909.

Séance du lundi 1 Mars 1909 [Suite et fin [1])].

23. *Flora glonów tatrzańskich. — Flora Algarum montium Tatrensium.* — Mémoire de M. ***R. GUTWIŃSKI***, présenté par M. J. Rostafiński m. t.

(Accedunt tabulae duae: VII et VIII).

PARS I.

A. De situ et natura montium Tatrensium.

Mediâ in parte Carpathorum montium, quae ad occidentem spectat, inter 49° 5′ 40″ et 49° 19′ 35″ septentrionalis latitudinis atque inter 37° 13′ 15″ et 37° 58′ 40″ orientalis longitudinis a F., Tatrenses montes continui (vertice Gerlach) ad 2663 *m* s. m. assurgunt atque a fluvio Orava usque ad vallem Cepusiensem in orientem porriguntur. Longitudo montium Tatrensium a Siwy Wierch (1806 *m* s. m.) ultimo vertice, qui ad occasum prospectat, usque ad portas montium, quae Żdżarska przełęcz appellantur, 52·5 *km* efficit, maxima autem latitudo inter vicos Szczyrba (Csorba) et Mur Zasichłe 17 *km* non egreditur [2]). Iugum principale lineam anfra-

[1]) Voir ce Volume, page 311.

[2]) Rehman A. Ziemie dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem fizyczno-geograficznym. Cz. I. Karpaty. Lwów 1895.

JUL 22 1909

etam efficit, in septentriones et meridiem iuga brevia vallibus disiuncta emittit hoc modo, ut septentrionalia meridionalibus in iugo principali nusquam fere occurrant. Haec iuga brevia, quod ad formam attinet, iugo principali plane similia sunt, costaeque eorum vallibus minoribus secernuntur.

Medulla montium Tatrensium ex granitibus composita, quae saxa in parte ad meridiem spectanti nullis aliis saxis obteguntur. In parte ad occasum vergenti (a deflexione iugi Liliowe dictâ 1981 *m* s. m. ad occidentem) gneysibus et saxis fissillibus crystallinis, quae in meridie in vallem Cepusiensem-Liptoviensem descendunt, in parte autem, quae ad septentriones spectat, saxis sedimentariis praecipue calcibus (et dolomitibus) occultantur. Quae calces montibus Tatrensibus in parte eorum septentrionali formam montium calcariorum propriam et peculiarem dederunt. Saxa calcaria ab Siwy Wierch (1806 *m* s. m.), quod cacumen in Orava situm est, usque ad Bujaczy Wierch (Stirnberg 1947 *m* s. m.) montem in comitatu Cepusiensi situm continuo extenduntur et solum rivis in Tatrensibus montibus nascentibus erosa et perfossa sunt. Quod autem a principali iugo remota sunt, eo fit, ut brachia horum montium septentrionalia partim ex granitibus vel saxis fissilibus crystallinis partimque ex calcibus composita sint.

Montes Tatrenses aquis omnium iugorum, quae Carpathos montes efficiunt, locupletissimi sunt. In parte septentrionali Białka, Biały et Czarny Dunajec aquas in fluvio Dunajec iungunt. Oravica autem atque Studeny in flumen Oravam influunt. In parte meridionali Biała Żdżarska (Béla in charta milit.), Biała Koperszadzka (Weisswasser), Kamienisty (Steinbach), Zimna Woda (Grosser Kolbach), Wielicki (Felkabach), Batyzowiecki, Poprad, Młynica aquas in fluvio Poprad iungunt, ex rivis: Biały Wag, Biała Krywańska (Bela), Raczkowa, Smreczanka, Jalowicki flumen Wag nascitur. Qua re fit, ut et ex parte montium Tatrensium, quae ad septentriones spectat, et ex parte, quae in meridiem vergit, flumina partim ad mare Balticum, partim ad Pontem Euxinum aquam volvant iugumque Tatrense magno divortio aquarum Europaeo in transversum scissum sit.

Praeter rivos commodum enumeratos multis cum minoribus rivulis affluentibus et numerosos minores fontes, quorum fontem „Lodowe“ sub claustris Zawrat 1820 *m* s. m. dictis situm, cuius aqua temperaturam ca. 2·1° C possidet, hic commemorare volo, montes Tatrenses fontibus maioribus, qui „w y w i e r z y s k a“ appel-

lantur copiamque aquarum vehementer in superficiem terrae eiciunt. abundant. Hic adnumerantur: fons „Lodowe“ in planitie quadam vallis Kościeliska situs (967 *m* s. m.) eximiam copiam aquarum. quarum temperatura + 4·1° C est, eiciens, fons rivi Biały Dunajec supra Kuźnice in valle Bystra situs, fons ad deflexionem iugi, quae Goryczkowa przełęcz appellatur, fons in valle Olczyska. Etiam thermae Jaszczurówka, quarum temperatura prius + 20° C erat, nunc autem, cum fons alius frigidus ex latere in eas influxerit, tantum + 16·5° C metitur, visu dignae sunt. Hae thermae deversoribus, qui in Zakopane menses aestivos agunt, balneis sunt.

Praeterea numerosae catarractae, quae ex inaequali descensu vallium Tatrensium et ex liminibus, quibus singulae partes vallium disiunguntur, nascuntur, res observatione dignae sunt. Maxima earum „Siklawa“ catarracta aquas lacus „Wielki staw“ (unius ex „Quinque Polonicis lacubus“) in praeceps 67 *m* altum mittit, catarractae Mickiewiczii (ca. 1115 *m* s. m.) atque „Siklawica“ (1095 *m* s. m.) in valle „Strążyska“, cuius pars superior 9·8 *m* inferior autem 12·9 *m* alta est, in parte montium Tatrensium ad septentriones vergenti, catarractae autem in valle „Zimna Woda“ (Kolbach) in parte, quae ad meridiem spectat, sitae sunt.

Sed montes Tatrenses cum aliis montibus Europae centralis comparati facillime dignoscuntur tantâ copiâ lacuum, ut paeninsula Scandinavica atque Finlandia solae hac re montibus nostris anteeant. In amplitudine enim montium Tatrensium, quae ca. 150 km^2 explet, 112 lacus, quae stagna (stawy) appellantur, exsistunt, totidem aquis iam privati atque in locos paludosos, turfosos transformati seu prorsus exsiccati sunt. Hic eos tantum lacus commemorabo, ex quibus specimina algarum sumpsi. Atque in valle „Gąsienicowych stawów“: „Czarny staw“, cuius superficies 22·87 *ha* metitur, 1626 *m* s. m. situs, 47 *m* altus est. Aquae eius mensibus aestivis in superficie ca. + 10° C temp. praebent, cum temp. aëris ca. + 8·9° C est. (Summa temp. aëris 18. VIII, 1892, $12·5^h$ p. mer. = 19° C, ima autem 25. VII, 1892. $10·25^h$ a. m. = 4·3° C).

„Zielony staw“ 1675 [1]) *m* s. m., 14·5 *m* altus, 3·45 *ha* continet. Temp. aquae = + 11° C (die 20. et 28. IX. 1892).

[1]) Birkenmajer L. O stosunkach temperatury głębokich jezior tatrzańskich 1901. Kraków. Rozprawy Akad. Um. Wydz. mat.-przyr. t. X., pag. 186—411.

„Dwoisty staw“ 1648 *m* s. m., cuius altitudo ignota est, superficies = 1·2 *ha.*

„Długi (v. Kuklaty) staw“ 1790 [1]) *m* s. m. Altitudo eius = ca. 7 *m*, superficies autem = 1·52 *ha.*

„Kurtkowiec“ 1701 *m* s. m.; superficies eius = 1·74 *ha.*

„Sobków staw“ 1628 *m* s. m.

„Zmarzły staw“ supra „Czarny staw“ 1795 [1]) *m* s. m. Altitudo eius = 4 *m* — 5 *m*, superficies = 0·21 *ha.*

In valle „Pięciu Polskich stawów“ (Quinque Polonicorum stagnorum): „Przedni staw“ 1672 *m* s. m., altitud. = ca. 28 *m* (30 *m* indicat Dziewulski), superficies eius = 7·7 *ha*, temp. aquae (VII et VIII mensibus) = + 10·7° C.

„Wielki staw“ 1669 *m* s. m., altitud. = 78 *m*, superficies = 34·84 *ha*, temp. aquae (iisdem mensibus ut supra) = + 10·1° C.

„Mały staw“, cuius altit. = ca. 2 *m*, superf. = ca. 0·25 *ha.*

„Czarny staw“ 1757 [1]) *m* s. m., temp. aquae (iisd. men. u. s.) = + 11·06° C.

„Zadni staw“ 1889 *m* s. m., superf. eius = 5·6 *ha*, temp. aquae = ca. 8·6° C.

Deinceps lacus „Morskie Oko“ 1384 *m* s. m., altid. eius = 45 *m* (48 *m*?), superfic. = 33 *ha.* Temp. aquae media diurna = + 12·8° C, temp. autem aëris = 10·4° C; aëris temp. med. anni = + 2·3° C, aestatis autem (mens. VI—VIII) = + 12·15° C.

„Czarny staw“ supra lacum Morskie Oko situs, 1588 *m* s. m. Altit. eius = ca. 75 *m*, superficies autem = 21·32 *ha.* Hic lacus diebus longis aestivis tantum per 5 horas insolatur, a mense Octobri ad Martium constanter obumbratur aquisque affluentibus perfrigidis nutritur. Quo fit, ut temperatura aëris in convalle suâ cum temp. convallis lacus prioris comparata ca. 1·2° C, aquae autem 2·5° C differat.

In valle „Za Mnichem“ ad deflexionem iugi, quae „Wrota Chałubińskiego“ dicitur, parvus lacus (innominatus) ca. 2000 *m* s. m.

In valle „Sucha Woda“: „Toporowy staw“ 1095 [1]) *m* s. m.

In valle „Kościeliska“: „Smreczyński staw“ 1226 *m* s. m., superf. eius = 0·84 *ha.* Demum lacus „Szczyrbskie“ 1351 *m* s. m., cuius altit. maxima = 19 *m*, superficies autem = 20·4 *ha.*

Aqua lacuum Tatrensium pellucida, color eius autem smaragdinus

[1]) Birkenmajer L. O stosunkach temperatury głębokich jezior tatrzańskich 1901. Kraków. Rozprawy Akad. Um. Wydz. mat.-przyr. t. X., pag. 186—411.

est et cum altitudine aquarum in nigrum mutatur, lacus Alpium montium aquam intense caeruleam habent. Color aquae praecipue lacuum vallis „Gąsienicowych stawów“ ad ripas et nonnullorum aliorum lacuum omnino ferrugineus — ruber est; id ferrum hydroxydatum efficit, quo saxa submersa obteguntur.

Nonnullis exceptis omnes lacus Tatrenses in epocha glaciali orti sunt veteresque moles nivium frigoribus conglaciatas significant. Nives perennes montibus Tatrensibus desunt; parvi enim campi nivei, qui locis praecipitibus saxis obtectis in summo iugo inveniuntur, cum tegumento nivali aliorum montium altorum Europae comparati nullo sunt numero.

Aquae coelestes in montibus Tatrensibus copiosiores sunt aestate quam hieme[1]; qua re fit, ut his montibus fines perennium nivium desint, qui fines epocha glaciali hic in altitudine 1500 *m* inveniebantur.

Flora phanerogama montium Tatrensium has regiones format:[2])

1. Regio campestris (Avena sativa, Solanum tuberosum) 700—1122 *m*	(regio subtatrensis).
2. „ Fagi et Abietis 1122—1260 *m* 3. „ silvarum Piceae excelsae 1260—1561 *m*	(regio silvarum).
4. „ Pini pumilionis densae et altae 1561—1789 *m* 5. „ „ „ dissipatae et humilis 1789—1960 *m*	(regio subalp. pascuorum).
6. „ superior alpina (sine Pin. pum.) 1960—2250 *m* 7. „ laciniarum nivalium 2250—2663 *m*	(regio saxorum).

B. Qui viri docti quosque libros de algis mon. Tatr. adhuc scripserint atque quae loca ipse algas legens pervestigaverim.

Algae Tatrenses nondum accuratius cognitae sunt. Quantum ego in literis algas tractantibus inveni, prima mentio algarum Tatrensium apud Kalchbrennerium[3]) invenitur, qui 10 species in montibus Tatrensibus inventas sine designatione locorum indi-

[1]) In Zakopane mensibus IV—IX 715 *mm*, mensibus autem X—III 320 *mm*.

[2]) Kotula B. Distributio plantarum vasculosarum in montibus Tatricis. Sumptibus Acad. Literarum Cracoviensis. Cracoviae 1889—1890.

[3]) Kalchbrenner L. A szepesi moszatok jegyzéke. Math. Term. Közlemények Magy. Tud. Akadem. IV kötet, 1865—1866. Pest 1866. Pag. 343—365.

cat. Hae sunt: *Epithemia Argus* (Ehrb.) Kuetz., *Gleocapsa fusco-lutea* Naeg., *Phormidium Boryanum* Kuetz. („a Tátrán, a Kriván"), *Nostoc macrosporum* Menegh., *Palmella mucosa* Kuetz., *Hydrurus irregularis* Kuetz., *Prasiola Sauteri* Menegh., *Gloiotila ferruginea* (Ehrb.) Kuetz., *Lemanea torulosa* (Roth) Ag. b. *frigida* = *L. Kalchbrenneri* Al. Braun in Rabenh. Exs. 834., *Chroolepus Jolithus* (Linn.) Ag. Postea I. Schumann[1]) 205 species diatomacearum Tatrensium publicat. qui numerus a me[2]) ad 237 auctus est. Anno 1883. dissertatio Professoris Dris J. Rostafińskii „Hydrurus i jego pokrewieństwo[3])" in lucem prodit. eam dissertatio. quae „Sphaerogonium[4])" inscribitur, sequitur. Hoc in libello auctor 7 species generis Sphaerogonium descripsit atque 8 species aliarum algarum commemoravit. Deinde dissertationes M. Raciborskii[5]) floram algarum montium Tatrensium 50 speciebus auxerunt. Praeterea anno 1886. Prof. V. B. Wittrock[6]) novum genus in lacu, qui Szczyrbskie appellatur, inventum descripsit.

Ipse montes Tatrenses, quod ad algas pertinet, mense Iunio 1899. anno penetrare inceperam et has microscopicas plantulas usque ad finem mensis Augusti collegeram. Annis insequentibus in excursionibus complurium dierum has partes montium nostrorum scrutatus sum, quas anno 1899. omiseram, atque die 13. Augusti mensis anno 1903. finem legendi feci. Praeterea professor Ignatius Król. collega meus. 8 specimina benevolentissime mihi permisit. quorum tria algas ex his lacubus vallis Quinque Polonicorum stagnorum continebant. in quibus ipse algas non collegeram.

1) I. Schumann. Die Diatomeen der hohen Tatra. Verh. d. zool. bot. Gesell. Wien. 1867.

2) R. Gutwiński. Przyczynek do znajomości okrzemek tatrzańskich. (Bacillariaceae tatrenses), Spraw. Kom. fiz. Akad. Um., tom XXII. Kraków 1888.

3) Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Akad. Um. Tom X, pag. 60—86. Kraków 1883.

4) Ibidem, pag. 280—305.

5) M. Raciborski. De nonnullis desmidiaceis novis vel minus cognitis, quae in Polonia inventae sunt. Pam. Wydz. mat.-przyr. Akad. Um., tom X. Kraków 1885.

Idem, Materyały do flory glonów Polski. Spraw. Kom. fiz. Akad. Um., tom XXII. Kraków 1889.

Idem, Przegląd gatunków rodzaju Pediastrum. Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Akad. Um., tom XX. Kraków 1889.

Idem, Desmidye nowe. Pam. Akad. Um., tom XVII. Kraków 1889.

6) V. Wittrock. Om Binuclearia et nytt Confervacé-slägte. Bih. till k. Svens. Vet.-Ak. Handl. Bd. XII. Afd. III. Nr. 1. Stockholm 1886.

Specimina, quibus ad hanc rem conscribendam usus sum, his locis sumpta sunt:

I. Vallis Kościeliska: 1. In fonte „Lodowe“ appellato (967 *m* s. m.). 2. In rivo prope viam in „Cracoviam Tatrensem“ (ca. 1300 *m* s. m.). 3. In lacu „Smreczyński staw“ (1230 *m* s. m.).

II. Vallis „Mała Łąka“: 1. Ad ostium vallis. 2. In uvidis ad ripas rivi. 3. In uvidis ad rivum prope viam in „Przysłop Miętusi“. 4. Ad saxa in rivo (Haec 4 specimina leg. prof. I. Król). 5. In rivo ad viam ex valle „Miętusia“ exeuntem. 6. Locis uvidis, muscosis ad dextram viae, quae in plateam „Kościeliska“ ducit.

III. Vallis „Strążyska“: 1. In rivo prope saxum Jelinekii. 2. In rivulo, qui ad dextram rivi in eum influit prope pratum „hala Strążyska“. 3. Ad saxa aquis catarractae „Siklawica“ irroratis. 4. In catarracta ipsa.

IV. Ad Kasprusie: in pratis prope ostium vallis commodum commemoratae.

V. Vallis „Ku Dziurze“: in saxis rivo submersis in parte superiore vallis.

VI. Vallis „Białe“: 1. In saxis rivo submersis. 2. In parietibus vallis, qui ad orientem spectant aquisque lenissime defluentibus irrorantur.

VII. „Antołówka“ collis: in uvidis declivitatis supra hortum „Park“ appellatum.

VIII. In silva inter plateam nominis Chałubińskii et viam „Na Koziniec“.

IX. In Bahledówka.

X. Prope collem „Koziniec“: locis uvidis graminosis partimque muscosis aqua leniter fluenti irroratis (ca. 800 *m* s. m.).

XI. Vallis „Bystrej“: 1. Ad saxa in rivo rapidissime fluenti in Kuźnice. 2. In fonte („wywierzysko“) rivi Bystra ad „Kalatówki“ (1775 *m* s. m.).

XII. In fossis ad viam publicam inter „Bystre“ et „Jaszczurówka“.

XIII. In Jaszczurówka: in aquis e thermis defluentibus.

XIV. In pratis uvidis, muscosis prope montem Nosal.

XV. Vallis „Olczyska“: 1. Locis uvidis, muscosis ad silvam caesam iuxta rivulum in rivum Olcza ex sinistra influentem. 2. In fonte („wywierzysko“) rivi Olcza. 3. Ad saxa in rivo Olcza *Hydruro* obtecta.

XVI. „Toporowa Cyrhla“: in declivitate iuxta viam publicam ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentem.

XVII. In lacu „Toporowy staw“.

XVIII. Prope locum „Capówka“ appellatum, locis uvidis silvestribus ad dextram viae supra (XVI) citatae.

XIX. Vallis „Gąsienicowych stawów“: 1. Ad saxa aquis leniter defluentibus irroratis ad sinistram viae ex „Hala Gąsienicowa“ versus lacum „Czarny staw“ ducentis. 2. In lacu Czarny staw: α) in ostio, β) ad ripas prope casam „Schronisko“, γ) inter Sphagna in regione insulae, δ) in aquis ex lacu decurrentibus infra molem. 3. In lacu „Sobków staw“. 4. Inter saxa in aquis inter lacum commodum dictum et „Zielony staw“ defluentibus. 5. In lacu Zielony staw. 6. Inter saxa in aquis e lacu „Długi staw“ defluentibus supra lacum „Kurtkowiec“ (ca. 1700 *m* s. m.). 7. In lacu „Dwoisty staw“. 8. In lacu „Długi („Kuklaty“) staw“.

XX. In catarracta inter lacum „Zmarzły staw“ (1791 *m* s. m.) et „Czarny staw Gąsienicowy“ (leg. prof. I. Król.).

XXI. In fonte „Lodowe“ ad viam in „Zawrat“ (1820 *m* s. m.).

XXII. In aquis, quae ex nivibus iuxta flexionem iugi „Zawrat“ sitis defluunt (ca. 2100 *m* s. m.).

XXIII. Vallis „Pięciu Polskich stawów“: 1. In scrobiculis turfosis ad radices montis „Kozi Wierch“. 2. In scrobiculis et locis aquá leniter defluenti irroratis supra lacum „Zadni staw“ (ca. 1900 *m* s. m.). 3. Locis irroratis supra lacum „Czarny staw“ (ca. 1800 *m* s. m.). 4. In lacu „Wielki staw“ [1]) loco, ubi aquae ex lacu decurrunt (1669 *m* s. m.). 5. In lacu „Mały staw“ [1]) 6. In lacu „Przedni staw“ [1]) in parte lacus, quae ad orientem vergit (1672 *m* s. m.). 7. In saxis iuxta viam, quae ex valle ad Roztoka ducit, supra catarractam „Siklawa“ appellatam.

XXIV. In lacu „Czarny staw“ supra lacum „Morskie Oko“ sito: 1. Ad ripas lacus. 2. Ad saxa submersa.

XXV. In lacu „Morskie Oko“: 1. Ad saxa submersa. 2. Ad saxa submersa iuxta ripas. 3. Loco, ubi aquae ex lacu decurrunt.

XXVI. Ad saxa aquis leniter defluentibus irroratis supra viam, quae in ripis lacus „Morskie Oko“ ad lacum XXIV ducit. (ca. 1400 *m* s. m.). 2. Ad montes „Miedziane“ in saxis in rivo supra lacum Morskie Oko.

[1]) Leg. prof. I. Król.

XXVII. Vallis „Za Mnichem“: in stagnis et locis uvidis ad deflexionem iugi, quae „Wrota Chałubińskiego“ dicitur.

XXVIII. Vallis „Białej Wody“: in parvis rivulis in rivum „Podupłazki“ influentibus.

XXIX. Vallis „Roztoki“ in scrobiculo saxi granitici prope catarractas „Mickiewiczii“.

XXX. Vallis „Waksmundzka“: inter montes „Koszysta“ et „Wołoszyn“ ad saxa in rivo rapide fluenti.

XXXI. In silva inter vallem „Pańszczyca“ et „Sucha Woda“: locis turfosis.

XXXII. Vallis „Ciemnosmreczyńska“ („Koprowa“): 1. In rivulis. 2. Prope „Pod Bańską“ ad saxa in rivo „Koprowy“.

XXXIII. In magna catarracta rivi Kolbach.

XXXIV. Locis uvidis. muscosis prope viam „Clotildae“ inter vicos „Westerowo“ et „Hagi Wyżne“.

XXXV. In lacu „Szczyrbskie“ (Csorber See).

Ut ex hac compositione apparet. scrutationibus meis totam amplitudinem montium Tatrensium Poloniae (valle „Chochołowska“ excepta) cum eorum lacubus, locis uvidis, aquis fluentibus, praestantibus fontibus complexus sum. — Si autem locos: 1) „Pod przełęczą Cichą“ (videlicet „Tomanowska“) inter Czerwony Wierch et Tomanowa Polska montes, ubi algas M. Raciborski legit, 2) vallem Jaworzynka, 3) vallem Młynica, unde algas prof. Dr. J. Rostafiński profert, postremum locos a I. Schumannio penetratos i. e. 4) vallem „Mięguszowiecka“, 5) regiones, quae a monte „Polski Grzebień“ ad septentriones (1911 *m* s. m.) et 6) in meridiem (1785·8 *m* s. m.) spectant, ergo vallem „Świstowa“ et vallem „Wielka“, 7) Superiorem partem vallis „Zimna Woda“ (Klein Kolbach) 2039·98 *m* s. m., 8) locum 1264·3 *m* s. m., a Szmeks 2·5 *km* distantem, occidentem versus situm, locis in compositione nostra commemoratis adiunxerimus, dicere licebit, opusculum nostrum imaginem completam fere huius microscopicae florae montium Tatrensium praebere. Cum haec teneo, non dubito, quin investigationes posteriores, quae ante omnia ad cacumina alta montium, haud numerosos campos niveos, plantas in aquis pendentes (Plankton) lacuum Tatrensium intendendae sunt, novas species in lucem prolaturae, numerum specierum iam cognitarum aucturae sint, sed haec omnia formam florae propriam et peculiarem hoc opusculo demonstratam non mutatura esse confido.

C. Quaestio de flora algarum montium Tatrensium summatim proponitur.

Cum numero algarum, quae a me locis supra commemoratis (I—XXXV) inventae sunt, algas ab auctoribus prioribus collectas addiderimus, summa haec erit rei:

I.	In valle Kościeliska .	lectae	sunt	158	species	algarum
II.	„ „ Mała Łąka .	„	„	43	„	„
III.	„ „ Strążyska . .	„	„	68	„	„
IV.	Ad Kasprusie	„	„	28	„	„
V.	In valle Ku Dziurze .	„	„	23	„	„
IV.	„ „ Białe	„	„	35	„	„
VII.	„ Antołówka	„	„	20	„	„
VIII—X.	Prope Koziniec . . .	„	„	62	„	„
XI.	In valle Bystrej . . .	„	„	19	„	„
XII.	Inter Bystre et Jaszczurówka	„	„	20	„	„
XIII.	In thermis Jaszczurówka	„	„	12	„	„
XIV.	Prope Nosal	„	„	15	„	„
XV.	In valle Olczyska . .	„	„	64	„	„
XVI.	In Toporowa Cyrhla .	„	„	69	„	„
XVII.	In lacu Toporowy staw	„	„	128	„	„
XVIII.	Prope Capówka . . .	„	„	56	„	„
XIX.	In valle Gąsienicowych stawów	„	„	523	„	„
XX.	Inter lacus Zmarzły et Czarny staw	„	„	20	„	„
XXI.	In fonte ad Zawrat . .	„	„	38	„	„
XXII.	Iuxta Zawrat	„	„	10	„	„
XXIII.	In valle 5-Polonicorum stagnorum	„	„	253	„	„
XXIV.	In lacu Czarny staw .	„	„	51	„	„
XXV.	„ „ Morskie Okie .	„	„	111	„	„
XXVI.	Prope lacum Morskie Oko	„	„	50	„	„
XXVII.	In valle „Za Mnichem“	„	„	30	„	„
XXVIII.	„ „ „Białej Wody“	„	„	55	„	„
XXIX.	„ „ „Roztoka“ . .	„	„	5	„	„
XXX.	„ „ „Waksmundzka“	„	„	17	„	„

XXXI. In valle „Pańszczyca-Sucha Woda“	lectae	sunt	27	species	algarum
XXXII. In valle „Koprowa“ . .	„	„	40	„	„
XXXIII. „ „ „Staroleśniańska“ (Grosskolbach)	„	„	22	„	„
XXXIV. Inter Westerowo et Hagi	„	„	23	„	„
XXXV. In lacu „Szczyrbskie“ .	„	„	45	„	„

1. Inter montes Czerwony Wierch et Tomanowa Polska	11	sp.	alg.
2. In Molkówka	7	„	„
3. In valle Jaworzynka	1	„	„
4. „ „ Męguszowiecka	71	„	„
5. „ „ Świstowa	29	„	„
6. „ „ Wielka	44	„	„
7. „ „ Zimnej Wody (Klein Kolbach)	86	„	„
8. Prope Szmeks	65	„	„
9. In valle Młynica	3	„	„

Qui numeri quamquam summam abundantiae relative inopiae florae algarum singulorum locorum non exprimunt, tamen magni sunt momenti: non solum posteris scrutatoribus monstrant, quae ad loca accuratius diligentia vertenda sit, sed etiam numeris his relativa abundatia algarum singulorum locorum aliquatenus indicatur.

Etsi fines distributionis algarum secundum regionum supra mare altitudinem tam accurate quam fines distributionis plantarum phanerogamarum determinari non possunt, tamen — distributionem hanc in montibus Tatrensibus scrutans — animadverti, nonnullas quamquam haud numerosas species non nisi in quibusdam regionibus inveniri. Itaque:

In regione campestri (700 *m* — 1122 *m*): *Cosmarium: granatum, holmiense, dovrense, reniforme; Pleurostauron Smithii; Achnanthes exigua, gibberula; Synedra: Ulna, amphicephala; Fragilaria capucina; Cystopleura: gibba, Zebra; Nostoc commune; Oscillatoria sancta.*

In regione silvarum 1122 *m* — 1561 *m: Oocystis solitaria; Hyalotheca dissiliens; Cosmarium pseudoamoenum; Arthrodesmus Incus; Staurastrum: dejectum, saxonicum; Navicula: hemiptera, zellensis, minutissima; Cymbella Caesatii; Pseudoeunotia pachycephala; Chroococcus turgidus.*

In regione subalpina 1561 *m* — 1789 *m: Cosmarium: microsphinctum, homalodermum; Euastrum crassicole; Staurastrum:*

pygmaeum, varians; Navicula: molaris, firma, obliquestriata; Gomphonema: longiceps, micropus; Eunotia Camellus; Cyclotella stelligera; Lyngbya aerugineo-coerulea; Oscillatoria simplicissima; Coelosphaerium Kützingianum; Gleocapsa purpurea.

In rivulis solis (algae rhyacophilae) inveniuntur: *Chantransia, Lemanea, Hydrurus, Prasiola fluviatilis.*

In lacubus solis has species (algas limnophilas) observavi: *Binuclearia, Oocystis solitaria, Sphaerozosma: vertebratum, excavatum Spondylosium pulchellum; Roya obtusa; Arthrodesmus Incus; Euastrum: sinuosum, rostratum, elegans, amoenum, scitum; Staurastrum dejectum, varians, alternans, polymorphum; Navicula appendiculata, microstauron, serians; Gomphonema: Vibrio, insigne, micropus; Nitzschia gracilis; Pseudoeunotia pachycephala, Cyclotella stelligera; Lyngbya aerugineo-coerulea, Phormidium autumnale, Coelosphaerium Kützingianum; Dinobryon.*

Ut primae libelli partis finem faciam, primum numerum omnium algarum adhuc in montibus Tatrensibus cognitarum secundum ordines proferam, deinde eum cum numero algarum aliarum regionum Galiciae, quae accuratius, quod ad floram algarum attinet cognitae sunt, comparabo:

Ordo	Genera	Species	Species et varietates
Florideae	3	5	5
Fucoideae	2	2	3
Chlorophyceae	31	56	64
Conjugatae	21	203	260
Bacillariaceae	40	274	398
Myxophyceae	30	79	89
Flagellatae	2	6	8
Summa	129	625	827

Ordo	Montes Tatrenses	Ager Leopoliens.	Ager Tarnopol.	Ager Wadowice-Maków
Florideae	5	—	—	—
Fucoideae	2	1	—	2
Chlorophyceae	56	110	103	109
Conjugatae	203	257	173	311
Bacillariaceae	274	206	226	226
Myxophyceae	79	52	52	43
Flagellatae	6	—	—	—
Summa	625	626	554	691

Denique gratias maximas ago summo magistratui scholas Galiciae administranti pro vacatione muneris, qua in hoc opusculo finiendo adiutus sum.

Cracoviae, die 30. Ianuarii 1909.

PARS II.

Algae praeceptis artis ordinantur.

Class. Florideae.

Fam. Batrachospermeae.

Gen. Batrachospermum Roth.

1. *B. vagum* (Roth) Ag.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska (Rac. Fiz. XXII. 81).

Gen. Chantransia Fries, 1825.

2. *Ch. chalybea* (Lyng.) Fries. Hansg. Prodr. pag. 25.

Cell.: crass. = 6·6, lg. = 22; lg. cel. termin. = 55, sporangia: crass. = 6·6, lg. = 6·6.

Hab. in valle Waksmundzka ad granites in rivo rapide fluenti *Lemaneae* insidens. Magna catarracta rivi Kolbach, in *Lemanea.*

3. *C. pygmaea* Kuetz.

Hab. in valle Młynica (Rostaf. Rozpr. X. 282).

Fam. Lemanaceae.

Gen. Lemanea Bory 1808.

4. *L. torulosa* (Roth) Ag. b. *frigida* = *L. Kalchbrenneri* Al. Braun in Rabenh. Exs. 834.

Hab. in montibus Tatrensibus („a Tátrán“) Kalchb. l. s. c. pag. 364.

5. *L. fluviatilis* Ag.

Hab. in valle Waksmundzka et in magna catarracta rivi Kolbach.

Class. Fucoideae.

Fam. Phaeothamnieae.

Gen. Phaeothamnion Lagerh., 1884.

1. *Ph. confervicolum* Lagerh.

Hab. in lacu Toporowy staw.

Fam. **Hydruraceae.**

Gen. **Hydrurus** Ag. 1824.

2. *H. foetidus* (Vill.) Kirch.

Hab. in valle Kościeliska ad saxa in rivo iuxta viam ad Craeoviam Tatrensem. in valle Białe. in valle Strążyska; in lacu Czarny staw Gąsienicowy. in valle Waksmundzka; in magna catarracta rivi Kolbach. — In vallibus: Jaworzynka, Młynica (Rostaf. Rozpr. X. 60, 61).

var. *irregularis* (Kütz.) Rabenh.

Hab. („a Tátrán") in mont. Tatrens. Kalchb. l. s. c. pag. 358.

Class. **Chlorophyceae.**

Ordo **Confervoideae.**

Fam. **Coleochaetaceae** (Naeg.) Pringsh.

Gen. **Coleochaete** Bréb. 1884.

1. *C. orbicularis* Pringsh.

Long. cell. = 11 μ, crass. = 8·8.

Hab. in lacu Szczyrbskie.

Fam. **Oedogoniaceae** (De-By.) Wittr.

Gen. **Bulbochaete** Ag. 1817.

2. *B. Nordstedtii* Wittr. Hirn. Monogr. pag. 332—333. Tab. LIII, fig. 341.

Oogonia: 44 μ crass., 33—39·6 longa.

Long. nannandr. = 22—24·2 μ.

Cell. veg.: 11—15·4 μ crass., 39·6—66 μ long.

Hab. in lacu Szczyrbskie.

B. spec. (sterilis).

Hab. in lacu Dwoisty staw prope montem Świnica.

Gen. **Oedogonium** Link 1820.

3. *O. Boscii* (Le Cl.) Wittr. Hirn. Monogr. pag. 122. Tab. XIII. fig. 74.

Crass. fil. supra oog. = 8·8 μ, infra oog. = 11 μ.

Altitudo cell. veg. = 88—110.

Oogonia: 37·4 μ crassa, 94·6 μ longa.

Oosporae: 35·2 μ crassae, 62 μ longae.

Hab. in lacu Toporowy staw: 13. VII. 1899 oogoniis haud maturis.

4. *O. obesum* (Wittr.) Hirn, Monogr., pag. 166. Tab. XXVI, fig. 148.

Crass. filam. = 13·2—15·4 μ, long. = 42—46 μ.

Oogon. 41·8 μ crassa, 44 μ longa.

Oosporae crass. = long. = 33 μ.

Hab. in valle Ciemnosmreczyńska — in rivulis 10. VIII. 1900.

Sterilia specimina huius generis etiam in: valle Ku Dziurze, in lacubus: Dwoisty staw et Szczyrbskie observavi.

Fam. **Ulvaceae** (Lamour.) Rabenh.

Gen. **Prasiola** Ag. 1821.

5. *P. fluviatilis* (Sommerf.) Aresch.

Hanc speciem a Kalchbrennerio[1]) „in montibus Tatricis" lectam in valle Waksmundzka dicta et in magna catarracta rivi Kolbach legi.

var. *Hausmanni* Grun. De-Toni Syll., pag. 145.

Vallis Kościeliska: in rivulo rapide fluenti ante viam in „Craoviam" Tatrensem.

Fam. **Ulotrichiaceae** (Kuetz.) Borzi. em.

Gen. **Hormiscia** Fries 1835.

6. *H. subtilis* (Kuetz) De-Toni Syll. p. 159.

Crass. fil. = 8·8 μ; long. cell. = 5—11 μ.

Lacus „Wielki staw" in valle Pięciu Stawów (leg. I. Król.)

7. *H. flaccida* (Kuetz.) Lagerh.

Crass. fil. = 8·8 μ; long. cell. 8·8 μ — 22 μ.

Lacunae in viis campestribus ad Bahledówka.

var. *minor* Hansg. Prodr. pag. 61.

Crass. fil. = 6·6 μ; long. cell. = 4·4 μ.

Zakopane: in silva inter plateas Chałubińskii et „Na Koziniec" dictas.

8. *H. zonata* (Web. et Mohr.) Aresch.

In vallibus Waksmundzka et Strążyska dictis in rivulo rapide fluenti saxa obducens.

var. *valida* Rabh. De-Toni l. c. pag. 164.

Crass. filam. = 17·6 μ — 24 μ — 35 — 44 — 52 μ.

Long. cell. = 16—22 μ. Filamenta ad apices angustata, cellula apicalis conica ad basim 13 μ crassa, cellula anteapicalis 17·6 μ

[1]) Kalchbrenner l. s. c., pag. 361.

crassa, octava (in parte apicali filamentorum) 26 μ crassa. Zoosporangia 48 μ crassa; macrogonid. 17·6 long., 11 μ crassa; microgonidia 6·6 μ crassa, 8·8 μ longa.

Ad saxa submersa in rivulo rapidissime fluenti Bystra dicto ad Kuźnice.

Gen. Draparnaudia Bory 1808.

9. *D. glomerata* (Vauch.) Ag. De-Toni l. c. 192.

Crass. truncorum 55—60 μ; ramorum 19·8—35 μ; ramulorum = 13 μ.

In muscosis emissariis aquae ad declivitatem Toporowa Cyrhla ad viam ex Jaszczurówka ad Roztoka. In valle Biała Woda dicta in rivulis rivo Poduplazki affluentibus.

Gen. Conferva L. 1737.

10. *C. bombycina* (Ag.) Lagerh.

In valle Strążyska, in valle lacuum, qui Gąsienicowe dicuntur, (emissaria inter lac. Sobków staw et Zielony). In emissariis iuxta viam ad Roztoka ante locum „Capówka" dictum. In valle Roztoka ad catarractas Mickiewiczii atque in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda dictas. In lacu Szczyrbskie dicto.

11. *C. Raciborskii* Gutw. Mat. do fl. gl. Gal. III, pag. 110., fig. 1.

Crass. fil. = 33—44 μ; crass. membr. = 4·4 μ.

In muscosis emissariis aquae declivitatis loci Toporowa Cyrhla dicti; in magna catarracta rivi Kolbach.

Gen. Microspora Thur. 1850.

12. *M. floccosa* (Vauch.) Thur. De-Toni l. c., pag. 226.

Crass. fil. = 13 μ; lg. cell. = 24—35 μ; crass. membranae ad 2 μ.

In aqua ex thermis Jaszczurówka dictis decurrenti.

13. *M. amoena* (Kuetz.) Rabh. De-Toni l. c., pag. 227.

Crass. fil. = 24 μ, lg. cell. = 26—44 μ; cr. memb. = 4·4 μ.

In valle Białej Wody dicta in parvis rivulis rivo Poduplazki affluentibus.

In Zakopane (Rostaf. Rozp. X. 284).

Gen. Binuclearia Wittr. 1866.

14. *B. tatrana* Wittr. Om Binuclearia pag. 9, tab. I. Tab. nostra I, fig. 1—3.

In valle Quinque Polonicorum lacuum in lacu Mały staw dicto (leg. I. Król.); in lacu Szczyrbskie appelato.

Adnotatio: Haec species primum a cl. prof. V. Wittrockio in lacu, qui Szczyrbskie dicitur, die 27. VII. 1885 inventa, descripta delineataque (Om Binuclearia ett nytt Confervacé-slägte, Bih. till k. Svenska Vet.-Ak. Handlingar. Bd. XII. Afd. III. Nr. 1. Stockholm 1886) nec non „in aquario“ ad „Bydalsfjället“ Norvegiae a cl. prof. N. Wille lecta, postea a Brunone Schrödero ex Asciburgio monte in dissertatione „Neue Beiträge z. Kenntnis d. Alg. d. Riesengebirges“ pag. 19—21 et „die Algenflora der Hochgebirgsregion d. Riesengeb.“ pag. 11. Breslau 1896, a W. Schmidle in libello, qui „Einige Alg. a. preuss. Hochmooren“ inscribitur, pag. 157—159. plenius reddita est. Eandem speciem in lacu Szczyrbskie legit Br. Schröder die 18. Julii a. 1898, ut ex eius explicatione supra citata pag. 20. cognoscimus, atque ego die 13. VIII. a. 1903.

Quamquam de specie, de qua agitur, auctores multa observata conscripserunt, tamen cognitio structurae atque evolutionis *Binuclea-riae* manca esse videtur. Quo factum est, ut ad hanc scrutandam summo cum studio animum intenderim. Atque observationes me docuerunt, chlorophora, zoosporas modumque, quo zoosporae cellulas vacuas faciunt, nondum nota esse.

Apud Wittrockium l. s. c. pag. 4. invenimus: Kloroforer ensamma i hvarje cell, väggstälda, bandformiga eller halft ringformiga“. W. Schmidle l. s. c., pag. 158. scribit: „Nur selten sah ich Zellen mit noch wandständigem Chromatophor; diese waren meist quadratisch; äusserst selten waren lange, rechteckige Zellen mit nicht contrahiertem Protoplasma, wie sie Schröder l. c. zeichnet, vorhanden.“ et pag. 159. „Daß unsere Alge Schwärmsporen bildet, ergiebt sich aus der Beobachtung Schröders mit Sicherheit. Ich selbst konnte dieselbe mehrere Male wiederholen, nicht selten sah ich dabei in der zerrissenen Zelle noch ein rundes grünes Körperchen. zweifellos eine zurückgebliebene Spore. Und an einem solchen Faden fand ich ein Mal in einer noch unverletzten Zelle vier völlig augebildete Schwärmsporen“.

In dissertatione Br. Schröderi pag. 20. autem legimus: „Zwar konnte ich die Zoosporen nicht beim Ausschlüpfen aus dem Zoosporangium wahrnehmen, jedoch fand ich in älteren Fäden (Fig. 1. f.), bei denen der Zellinhalt fehlt, einen in der Längsachse des

Fadens gerichteten mehr oder weniger offenen Spalt in der Membran, durch welche die Sporen ausgeschlüpft sein dürften".

Cum autem ipse specimina e lacu Szczyrbskie diligentissime scrutabar, filamenta in varia positione i. e. in obliqua, perpendiculari, horizontali, inter positionem horizontalem rotata observavi. In observando oculis meis se obtulit, quod chlorophora non semianularia sunt, sed iustum anulum efficiunt. Anuli illius tamen unum latus in longitudinem diffissum est ibique aut margo anuli alter altero occultatur (Cfr. Tab. nost. VII fig. 1 d), aut margines rimam oblongam efficiunt (Fig. 1. e). Nuncleos binos („nutritivos") in speciminibus meis, quae in formalaldehido conservata erant, non conspexi, sed cum haematoxylinam adhibueram, factum est, ut unum nuncleum in medio cellulae situm semper animadverterim (Cfr. Tab. nost. VII. fig. 2). Cellulas quoque evacuatas observavi atque conspexi, eas se poro circulari aliarum Confervacearum instar non rima longitudinali (Cfr. Br. Schröder l. c. Tab. I. fig. 1. f.) aperire (Tab nostr. VII. fig. 3). Zoosporas non vidi. Quod ad acinetas pertinet, observationes meae planissime cum observationibus supra commemoratorum auctorum congruunt (Cfr. Tab. nostr. VII. fig. 1. e. et Wittrock l. s. c. fig. IX—XII).

Species adhuc ex regionibus montanis et septentrionalibus nota a cl. Maxio Schmidtio in dissertatione, quae „Grundlagen einer Algenflora der Lüneburger Heide" (Hildesheim 1903) inscribitur, pag. 61, ex uvidis campis stagnisque locorum demissorum Germaniae prolata est. Etiam H. Royers enumerat *Binuclearium* in libello „Beitrag z. Algenfl. d. Bergischen Landes u. benachb. Gebiete" (Ebersfeld 1903) pag. 43, atque W. et G. Westii in „Freshwat. Alg. fr. the Orkneys and Shetlands" Edinburgh 1904) pag. 12, speciem hanc ex Hoy, Lerwick, Bressay proferunt. Specimina ab H. Royers in fossa ad Ohligs provinciae Rhenanae lecta sunt.

Fam. **Chroolepidaceae** (Rabh.) Borzi.

Gen. Trentepohlia Mart. 1817.

15. *T. aurea* (L.) Mart. De-Toni l. c. pag. 236.

Hab. in saxis in valle Kościeliska.

var. *tomentosa* Kuetz.

Crass. fil. 11—22 μ, long. cell. 33—40 μ.

Saxa iuxta viam sita in valle Białe dicta.

var. *subsimplex* Casp

Hab. in declivitate montis Gewont, quae ad meridiem vergit, ad viam ad locum, qui „hala Kondratowa“ dicitur.

16. *T. Bleischii* (Rabh.) Wille var. *Piceae* Wille, De-Toni, pag. 243.

Crass. fil. 13—15·4 μ, lg. cell. = 17·6—19 μ.

Zoogonidangiorum diameter 24 μ, membrana = 2·2 μ.

Zakopane in cortice Piceae excelsae.

17. *T. Jolithus* (L.) Wallr.

In montibus Tatrensibus („á Tatrán“) Kalchbr. l. s. c., pag. 364.

In saxis graniticis in Kuźnice.

18. *T. malleiformis* nov. spec. Tab. nostra VII, fig. 4.

T. caespitulis strictis, parvis, aggregatis, rarius confluentibus, lutescentibus, siccatis griseis; filamentis ramosis, ramulis nunc patentibus nunc adscendentibus et tortuosis, 13·2—16·4 μ crassis. ramis ad 17·6 μ crassis; cellulis vegetativis cylindricis haud tumidis 17·6—39·6 μ longis, zoogonidangiis terminalibus, cellulâ intercalari parvâ apici cellulae ultimae (cellularum in filamentis *Oedogonii* ad instar) insertâ excentrice fultis, transverse ellipticis, polos versus leniter angustatis itaque malleum mentientibus, poro rotundo in polo breviore sito apertis. Longitudo zoogonidangiorum 41·8—52 μ, crassitudo autem = 17·6—24 μ.

Hab. in cortice Piceae ad Zakopane.

Gen. Microthamnion Naeg. 1849.

19. *M. Kuetzingianum* Naeg.

Hab. in silvaticis emissariis aquae ad viam, quae ex Jaszczurówka in Roztoka ducit, ante locum Capówka dictum.

Fam. **Cladophoraceae** (Hass.) Wittr.

Gen. Cladophora Kuetz. 1843.

20. *C. glomerata* (L.) Kuetz. De-Toni l. c. 295.

Crass. truncor. = 88—99 μ; ultim. ramul. = 46—59 μ; long. cell. = 220—660 μ.

Hab. in aqua ex thermis Jaszczurówka dictis decurrenti.

Ordo **Siphoneae** Grev. em.

Fam. **Vaucheriaceae** (Gray) Dum.

Gen. Vaucheria DC. 1803.

21. *V. geminata* (Vauch.) DC. var. *verticillata* (Kuetz.) Rabh. De-Toni l. c., pag. 400.

Oogonia 75—84 μ longa, 62—66 μ crassa.

Hab. in fossis iuxta viam inter Bystre et Jaszczurówka sitis.

22. *V. hamata* (Vauch.) Lyngb. De-Toni l. s. c.

Oogonia 180 μ longa, 114—154 μ crassa.

Hab. in valle Strażyska dicta in rivulo 16. VI. 1899. In Zakopane (Rostaf. Rozp. X. 282).

23. *V. uncinata* Kuetz. Götz. Zur Syst. d. Gat. Vauch., pag. 38, fig. 40.

Hab. in fossis iuxta viam publicam inter Bystra et Jaszczurówka 26. VIII. 1899.

Ordo **Protococcoideae** (Menegh.) Kirchn.

Fam. **Volvocaceae** (Cohn) Kirchn.

Gen. **Eudorina** Ehrenb. 1831.

24. *E. elegans* Ehrenb. De-Toni l. c., pag. 537.

Diameter familiae = 75 μ, crass. cell. = 13·2—16 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw ad ripas turfosas.

Gen. **Chlamydomonas** Ehrenb.

25. *C. caudata* Wille, Algol. Notizen IX—XIV. 1903., pag. 135. Tab. III. fig. 6.

Long. = 37·4 μ, lat. = 17·6 μ.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy dicti.

26. *C. subcaudata* Wille l. c., pag. 136. Tab. III., fig. 15.

Hab. in aquis ex nivibus, quae declivitatem montis ad iugi deflexionem Zawrat dictam obruunt, decurrentibus.

27. *C. pisiformis* Dill., Wille l. c., pag. 138. Tab. IV., fig. 8.

Long. = 20 μ, lat. = 11 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw dicto.

28. *C. flavo-virens* Rostaf.

Hab. in montibus Tatrensibus (Rostaf. Rozp. VIII, p. VIII—XI).

Gen. **Haematococcus** Ag. 1828.

29. *H. lacustris* (Girod) Rostaf. *(Chlamydomonas pluvialis* (Flot.) A. Br.).

Hab. in montibus Tatrensibus (Rostaf. Rozp. VIII, p. VIII—XI).

Fam. **Palmellaceae** (Decais.) Naeg. em.

Gen. **Scenedesmus** Meyen. 1829.

30. *S. bijugatus* (Turp.) Kuetz.

Hab. locis graminosis, muscosis, humidis in silva sub colle Koziniec appellato; in lacubus: Toporowy staw et Morskie Oko.

31. *S. quadricauda* (Turp.) Bréb.

Hab. in lacu Toporowy staw atque in emissariis aquae in silvis ad viam publicam, quae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducit, ante locum, qui Capówka appellatur.

32. *S. antennatus* Bréb.

Hab. in lacu Toporowy staw.

33. *S. costatus* Schmidle Beitr. z. alpin. Algfl. Tab. XIV., fig. 5—6.

Hab. in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Smreczyński staw in valle Kościeliska et in lacubus Wielki staw et Mały staw dictis atque in valle Quinque Polonicorum lacuum sitis (leg. I. Król.).

var. *poriferus* nov. var. Tab. nostra VII., fig. 5 = *Coelastr. Bohlinii* Schmid. et Senn.

Cellulae habitu earundem varietatis *β coelastroides* sed dimensionibus maioribus: 33 μ longae et 17·6 μ latae; costae intus poris ad dimidium crassitudinis costas perforantibus praeditae. Cellulae e vertice spectatae 10 crenis acutioribus ad peripheriam exornatae.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy ad ripas.

Gen. **Coelastrum** Naeg. 1849.

34. *C. sphaericum* Naeg.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy dicto.

35. *C. irregulare* Schröder, Alg. d. Versuchsteiche in Forschgbrcht. d. Plöner-Station 1897, pag. 14, 15, Tab. III., fig. 1.

Hab. in lacubus: Dwoisty staw, Toporowy staw et in lacu Czarny staw, qui supra lacum Morskie Oko dictum situs est.

Gen. **Pediastrum** Meyen 1829.

36. *P. forcipatum* (Corda) A. Br., Rac. Ped. Tab. II., fig. 17.

Hab. in valle Stawów Gąsienicowych dicta in lacubus Czarny et Zielony staw appellatis.

37. *P. Boryanum* (Turp.).

var. *brevicorne* A. Br., Rac. Pediastr.

Hab. locis uvidis graminosis et muscosis in silva ad collem Koziniec.

for. *glabra* Rac. l. c., pag. 13.

Hab. similibus locis ad declivitatem loci Toporowa Cyrhla appellati.

var. *granulatum* A. Br., Racib. l. c., Tab. II., fig. 15, 16.

Hab. in emissariis aquae in silva ad viam publicam, quae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducit. ante locum Capówka dictum; in lacubus: Zielony staw Gąsienicowy et Toporowy staw.

38. *P. angulosum* (Ehrenb.) Menegh.

var. *araneosum* Rac.

Hab. in Molkówka (Rac. Rozpr. XX. 100).

for. *brevicornis* Rac.

Hab. in Molkówka (Rac. Rozpr. XX. 103).

39. *P. Tetras* (Ehrenb.) Ralfs.

Hab. in lacu Toporowy staw.

for. *excisa* A. Br., Rac. l. c., pag. 32.

Hab. cum forma typica.

Gen. **Ophiocytium** Naeg. 1849.

40. *O. maius* Naeg.

Hab. in Antołówka locis uvidis.

41. *O. cochleare* (Eichw.) A. Braun. Lemmermann, Das Genus Ophiocytium, pag. 30. Tab. III., fig. 11.

Hab. in lacu dicto Toporowy staw.

42. *O. capitatum* Wolle. Lemmermann l. c., pag. 31. Tab. IV., fig. 16—17.

Hab. eodem loco cum praecedenti.

43. *O. parvulum* (Perty) A. Braun. Lemmermann l. c. Tab. IV., fig. 30—33.

Hab. locis uvidis graminosis, muscosis prope Koziniec; in valle Białe dicta in rivulo. In lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Toporowy staw. In lacu Wielki staw dicto in valle 5 Polonicorum lacuum (leg. I. Król.).

Gen. **Rhaphidium** Kuetz. 1845.

44. *R. polymorphum* Fresen.

Hab. in lacu Toporowy staw.

var. *falcatum* Rabh.

Locis uvidis graminosis muscosis prope Koziniec.

Gen. **Tetraëdron** Kuetz. 1845.

45. *T. minimum* (A. Br.) Hansg.

Hab. inter muscos ad saxa in rivo Koprowa prope locum Pod Bańską dictum.

46. ? *T. irregulare* (Reinsch) De-Toni l. c., pag. 611. Tab. nostr. VII., fig. 6.

Diameter cell. 35—42 μ; crass. = 22 μ.

Hab. ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy dicti.

Gen. **Cerasterias** Reinsch. 1867.

47. *C. rhaphidioides* Reinsch. for. *obtusata* Reinsch. Algenfl. Tab. V., fig. 1. e.

Tantum quatuor radii adsunt.

Hab. in aqua inter saxa granitica e lacu Sobków staw et Zielony staw decurrenti.

Gen. **Eremosphaera** De-By 1858.

48. *E. viridis* De-By. De-Toni l. c., pag. 616.

Diameter cellularum = 95 μ.

Hab. ad ripas turfosas et in aqua lacus Smreczyński staw dicti in valle Kościeliska.

Gen. **Tetraspora** Link 1809.

49. *T. lubrica* (Roth.) Ag.

Diam. cell. = 7—8 μ — 9 μ — 11 μ — 13·2 μ

Hab. in lacu Czarny staw dicto, qui supra lacum Morskie Oko appellatum situs est; in declivitate loci Toporowa Cyrhla.

Gen. **Crucigenia** Morren 1830.

50. *C. rectangularis* (Naeg.) A. Br.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy appellati.

Gen. **Oocystis** Naeg. 1855.

51. *O. Naegelii* A. Br.

Hab. in lacu Toporowy staw dicto atque in lacu Morskie Oko appellato; etiam ad saxa irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko dicti positam, quae ad lacum Czarny staw ducit.

Gen. **Gleocystis** Naeg. 1849.

53. *G. gigas* (Kuetz.) Lagerh.

Cell. c. membr. 33 μ, s. membr. 26 μ longae.
„ c. „ 22 μ, s. „ 17·6 μ latae.

Hab. in lacu dicto Mały in valle 5 Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król.).

Gen. Palmella Lyngb. 1819.

54. *P. mucosa* Kuetz.

Hab. in montibus Tatrensibus (a Tátrán) Kalchb. l. s. c., pag. 358.

Gen. Urococcus Hassal 1845.

55. *U. insignis* Hass.

Diam. cell. cum integum. = 84 μ!

„ „ sine „ = 55 μ.

Hab. in lacu dicto Czarny staw supra lacum appellatum Morskie Oko.

Gen. Dimorphococcus A. Br. 1849.

56. *D. lunatus* A. Br., Bohlin. Die Alg. d. erst. Regnelschen Exp. Tab. I., fig. 38—39.

Hab. in aqua ex lacu dicto Zielony staw Gąsienicowy decurrenti.

Class. Conjugatae.

Fam. **Zygnemaceae** (Menegh.) Rabenh.

Gen. Zygnema Ag. 1824.

1. *Z. stellinum* (Vauch.) Ag.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radices montis dicti Kozi Wierch in valle „Quinque Polonicorum lacuum".

2. *Z. cruciatum* (Vauch.) Ag.

Tantum exemplaria sterilia observari in fossis iuxta viam publicam inter locos Bystre et Jaszczurówka dictos, in lacu Czarny staw supra lacum Morskie Oko appellatum sito, in lacu dicto Przedni staw in valle „Quinque Polonicorum lacuum" (ubi leg. prof. I. Król.) atque in lacu dicto Szczyrbskie.

Gen. Spirogyra Link. 1820.

3. *S. longata* (Vauch.) Kuetz., Cleve. Zygnem. Tab. III., fig. 8, 10; Petit, Spirog. Tab. V., fig. 5.

Zygotae long. = 52·8—55—57—57—68 μ.

„ crass. = 31—35—31—29—29 μ.

Cell. evacuat. lg. = 77, lat. = 33 μ.

„ veget. „ = 121, lat. = 33 μ.

Taenia chloroph. 1, anfract. 2—$2^1/_2$—3.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis prope Koziniec.

4. *S. Lutetiana* P. Petit. Spir. pag. 21, Tab. IV., fig. 9—13.

Zygot. crass. = 41·8 μ — 44 μ — 39·6 μ.
" long. = 74·8 μ — 72·6 — 80 μ — 116 μ.

Cell. veg. crass. = 35—39·6 μ.

Observ.: Ob taenias chlorophyceas distinctas deficientes designatio huius speciei manca esse videtur.

Hab. in uvidis muscosis aquis defluentibus irroratis in silva prope collem Koziniec 17. VII. 1899.

5. *S. punctata* Cleve Zygn., pag. 23., Tab. VI., fig. 1–4.

Hab. in valle Olczyska.

S. spec? Exempla sterilia! observavi in lacu Dwoisty staw dicto et locis uvidis ad locum Toporowa Cyrhla dictum.

Fam. **Desmidiaceae** (Kuetz.) De-By.

Gen. Hyalotheca Ehrenb. 1840.

6. *H. dissiliens* (Sm) Bréb. var. *tatrica* Rac. De nonn. Desm. 1885., pag. 8., Tab. XIV. (V.), fig. 5.

Hab. in lacu dicto Smreczyński staw in valle Kościeliska appellata, locis uvidis iuxta viam ex loco Hala Gąsienicowa dicto ad lacum Czarny staw Gąsienicowy sitis et in lacu Szczyrbskie appellato.

In uvidis prope lacum Toporowy staw (Rac. Pam. X. 64).

var. *bidentula* Nordst.

Hab. in uvidis prope lacum Toporowy staw (Rac. Pam. X. 64).

Gen. Spondylosium Bréb. 1844.

7. *S. secedens* (De-By) Arch.

Hab. in lacu dicto Toporowy staw.

8. *S. pulchellum* Arch. var. *bambusinoides* (Wittr.) Lund.; Sphaerozosma bambusinoides Wittr. Skand. Desm. sec. Nordst., Freshw. Alg. New. Zeal., pag. 28, Tab. II., fig. 11.

Long. cell. = 13 μ, lt. = 11 μ, isth. = 3·3 μ, apex = crass. = 6·6 μ.

Hab. in lacubus dictis Smreczyński staw in valle Kościeliska et Toporowy staw.

Gen. Sphaerozosma Corda 1835.

9. *S. vertebratum* (Bréb.) Ralfs, Brit. Dem. Tab. VI., fig. 1.

Hab. in lacu dicto Dwoisty staw et in lacu appellato Morskie Oko.

10. *S. excavatum* Ralfs. l. c. Tab. VI., fig. 2.

Hab. in lacubus: Toporowy staw. Wielki in valle Quinque Polonicorum lacuum, Morskie Oko et in lacu dicto Szczyrbskie.

Gen. **Gymnozyga** Ehrenb. 1840.

11. *G. moniliformis* Ehrenb.

Hab. in lacu Smreczyński staw dicto et ad turfosas ripas eiusdem lacus.

Gen. **Gonatozygon** De-By 1856.

12. *G. asperum* (Bréb.) Cleve.

Long. = 176 μ! lat. = 8·8 μ! apex = 6·6 μ.

Hab. in lacubus: Przedni staw — in valle Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król.), et Morskie Oko in saxis, ubi rivus e lacu decurrit.

var. *vulgare* Rac.

Hab. in uvidis prope collem Koziniec (legi ipse 17. VII. 1899), inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa Polska. (Rac. Pam. X. 67).

var. *tatricum* Rac.

Hab. in uvidis supra lacum Kurtkowiec (Rac. Pam. X. 67).

13. *G. Ralfsii* De-By. De-Toni, Sylloge, pag. 801.

Hab. in lacu Toporowy staw dicto.

var. *pilosellum* Nordst. West. Plankton of Scot. Lochs. Tab. VI., fig. 1.

Long. = 171—176 — 216 — 231—272—385 μ!
Lat. = 9·9—13·2—13·2—15·4—11—13·2—15·4—15·4 μ
Apex = 11 μ — 15·4 — 15·4—17·6—17·6 μ

Chlorophora taeniaeformia torta singula rarissime bina.

Hab. in lacu Szczyrbskie appellato. 13. VIII. 1903.

14. *G. Kjellmanii* Wille, Ferskvandsalger fra Novaja Semlja, pag. 59, Tab. XIV., fig. 78.

Raciborski. De non. Desm. nov. v. m. cogn. Pamiętn. Ak. Um., t. X., pag. 67. Tab. XIV., fig. 10 sub var. *vulgare* Rac.

Long. = 37·4—53 μ; lat. = 6·6—9 μ; apex = 4·4 μ.

Hab. locis uvidis graminosis et muscosis in silva prope Koziniec; in lacubus: Sobków staw Gąsienicowy dicto et in Szczyrbskie appellato.

Gen. Spirotaenia Bréb. 1848.

15. *S. condensata* Bréb.

Long. = 184 μ, crass. = 24 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw dicto ad ripas turfosas. 13. VII. 1899. In Zakopane (Rac. Pam. X. 62).

Gen. Mesotaenium Naeg. 1849.

16. *M. Braunii* De-By.

Long. cell. = 22—26—29 μ.

Lat. cell. = 13—15—13 μ.

Hab. locis uvidis ad collem Antołówka dictum et in lacu Dwoisty staw dicto ad muscos gelatinam sordide-cinereo-fuscam efficiens. 14. VIII. 1899.

17. *M. Endlicherianum* Naeg.

Long. = 22—35—50 μ, lat. = 11—13 μ.

Hab. locis uvidis in declivitate loci Toporowa Cyrhla dicti et in lacu Czarny staw Gąsienicowy. 20. VI. 1899.

var. *grande* Nordst.

Long. = 66 μ, lat. = 22 μ! (plasmate non violaceo!).

Hab. cum forma typica ad „Toporowa Cyrhla".

Gen. Cylindrocystis Menegh. 1838.

18. *C. Brébissonii* Menegh. Penium Brebissonii Ralfs. Brit. Desm. Tab. XXV., fig. 6, Delponte Tab. XIV., fig. 28, 32, 36.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis ad collem Antołówka dictum, in lacubus: Dwoisty staw, Sobków staw atque Czarny staw Gąsienicowy appellatis nec non in aquis ex nivibus, quae declivitatem montis ad flexionem iugi Zawrat dicti obruunt, decurrentibus 16. VIII. 1899., atque locis uvidis ad viam publicam ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentem ante locum Capówka dictum sitis.

var. *Jenneri* (Ralfs.) Reinsch et Kirchn. (*Penium Jenneri* Ralfs.).

Hab. in valle Strążyska in catarracta „Siklawica" (Rac. Pam. XVII. 74).

f. *minor*. West Tab. nostra VII., fig. 6*.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy.

19. *C. tatrica* Rac.

Hab. in valle Strążyska prope „Siklawica" inter muscos aqua catarractae irroratos (Rac. Pam. X. 59).

Gen. **Roya** W. West et G. S. West 1896.

20. *R. obtusa* (Bréb.) W. West et G. S. West.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch dicti; in lacu Wielki dicto in valle Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król.).

var. *montana* W. West et G. S. West, On some new Brit. Alg. pag. 152. Tab. III., fig. 23—24.

Hab. in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Toporowy staw et Wielki staw, ubi leg. I. Król.

var. *minus* Rac.

Hab. in uvidis inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa Polska (Rac. Pam. X. 63).

Gen. **Closterium** Nitzsch 1817.

21. *C. pusillum* Hantsch. var. *monolithum* Wittr. Bot. Notiser. pag. 138. 1886.

Hab. in lacu Toporowy staw dicto.

var. *majus* Rac.

Hab. in uvidis vallis „Gąsienicowych stawów". (Rac. Pam. X. 63).

22. *C. directum* Arch.

Hab. in valle Kościeliska in lacu Smreczyński staw (Rac. Pam. X. 63).

23. *C. striolatum* Ehrenb. Ralfs. Brit. Desm. Tab. XXIX., fig. 2. et 2. a.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch appellati in valle Quinque Polonicorum lacuum atque in lacu, qui Szczyrbskie dicitur.

24. *C. strigosum* Bréb. Klebs, Desm. Tab. I., fig. 3.

Hab. locis uvidis ad viam publicam ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentem ante locum Capówka dictum.

25. *C. Lunula* (Muell.) Nitzsch. Ralfs l. c. Tab. XXVII., fig. 1.

Hab. locis uvidis graminosis muscosisque sub colle Koziniec appellato et in lacu Dwoisty Gąsienicowy staw dicto.

26. *C. costatum* Corda.

Hab. in aquis ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa dicto ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis. 30. VI. 1899.

var. *subtumidum* Rac.

Hab. in paludosis prope Molkówka inter *Utriculariam vulgarem* (Rac. Pam. XVII. 74).

27. *C. acutum* (Lyngb.) Bréb. in Ralfs l. c. Tab. XXX., fig. 5.

Hab. in lacu Szczyrbskie appellato.

28. *C. Dianae* Ehrenb. Klebs, Desm. Tab. I., 13. e. et 13. g.

Hab. locis uvidis muscosis ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentis in declivitate loci Toporowa Cyrhla dicti et ante locum Capówka dictum.

29. *C. Venus* Kuetz. Klebs, l. c. I, fig. 14 c—e.

Hab. in lacu Toporowy staw appellato.

30. *C. parvulum* Naeg. Einz. Alg. Tab. VI C, fig. 2.

Long. = 121—132 μ, lat. = 17·6 μ, apex = 3 μ.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy appellato et in saxis aqua irroratis ad viam, quae in ripa lacus dicti Morskie Oko ad lacum Czarny staw appellatum ducit, sitis. 4. VIII. 1899.

31. *C. Archerianum* Cleve in Lund. Desm. Suec., pag. 77., Tab. V., fig. 13., Klebs, l. c. Tab. I., fig. 11. a.

Long. = 119 μ, lat. = 15·4 μ, apex 4·4 μ.

Hab. locis uvidis ante locum dictum Capówka cum *Cl. Dianae* 13. VIII. 1899; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch dicti in valle Quinque Polon. lacuum et in lacu Toporowy staw dicto.

32. *C. Jenneri* Ralfs, l. c. Tab. XXVII., fig. 6.

Hab. in saxis cet... cum *Cl. parvulo.*

33. *C. moniliferum* (Bory) Ehrenb.

Hab. locis uvidis ad rivum in valle dicta Mała Łąka (leg. prof. I. Król.), in aqua rapide fluenti rivi in valle Strążyska appellata ad saxa. 16. VI. 1899.

var. *angulatum* (Hantsch.) Rabenh.

Crass. = 29 μ, log. = 202 μ, apices 6·6—4·4 μ.

Hab. inter muscos in valle dicta Mała Łąka (leg. prof. I. Król.).

34. *C. Leiblenii* Kuetz. Ralfs l. c. Tab. XXVIII., fig. 4.

Hab. in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in lacubus Sobków staw Gąsienicowy dicto atque ad saxa in aqua ex lacu Morskie Oko appellato decurrenti.

35. *C. setaceum* Ehrenb., Delp. Tab. XVII, fig. 41—44.

Crass. = 10 μ; long. = 369 μ!

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus dicti Toporowy staw.

Gen. Penium Bréb. 1848.

36. *P. margaritaceum* (Ehrenb.) Ralfs Brit. Desm. Tab. XXV., fig. 1. d.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus dicti Smreczyński staw in valle Kościeliska (specimina 68 μ longa. 26·4 μ lata); locis aquâ irroratis ad sinistram viae (semitae) ex loco Hala Gąsienicowa appellato ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis; in lacubus dictis: Sobków staw, Dwoisty staw; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch dicti in valle Quinque Polonicorum lacuum; in saxis aquâ decurrenti irroratis ad viam iuxta catarractam „Siklawa“ in Roztoka ducentem; in lacu dicto Morskie Oko ad saxa in effluvio lacus; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda dictas; in lacu Toporowy staw appellato.

37. *P. exiguum* West Alg. of. West Irel., pag. 126. Tab. XIX., fig. 17

var. *attenuatum* nov. var. Tab. nost. VII., fig. 7.

A typo semicellulis apices versus attenuatis, pyrenoidibus in unaquaque semicellula singulis atque membrana haud granulata (?) differt.

Long. = 22 μ, lat. 6·6 μ, apices = 5·4 μ.

Hab. ad ripas in lacu Czarny staw Gąsienicowy. (20. VI. 1899).

38. *P. spirostriolatum* Barker.

Long. = 161 μ; crass. = 40 μ!

Hab. locis muscosis ad declivitatem loci Toporowa Cyrhla dicti ad viam publicam ex Jaszczurówka ad locum Roztoka ducentem.

39. *P. phymatosporum* Nordst. Desm. in Ital. et in Tyrol. Tab. XII., fig. 1.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis prope collem Koziniec; inter Sphagna ad ripas lacuum appellatorum: Czarny staw Gąsienicowy et Toporowy staw.

40. *P. polymorphum* (Perty) Lund. Desm. Suec., pag. 86., Tab. V., fig. 10. b.

Hab. in lacu dicto Sobków staw; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum lacuum; in lacu Szczyrbskie appellato

41. *P. Digitus* (Ehrenb.) Bréb., Ralfs l. c., tab. XXV., fig. 3.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; locis uvidis graminosis muscosis in silva prope collem Koziniec dictum; in lacu dicto Dwoisty staw Gąsienicowy; in scrobiculis turfosis ad

radices montis Kozi Wierch appellati in valle Quinque Polonicorum lacuum; ad locos aqua defluenti irroratos supra lacum dictum Czarny staw in valle 5-Polonicorum stagnorum; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska dictae et in lacu Szczyrbskie appellato.

var. *ventricosum* Lagerh. Bot. Notiser 1897, pag. 93, fig. 1—3. Long. = 66 μ; lat. infl. = 24·2 μ; lat. apic. = 13·2 μ.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy dicti.

42. *P. interruptum* Bréb., Ralfs l. c., tab. XXV., fig. 4.

Hab. locis uvidis ad sinistram viae (semitae) ex loco dicto Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis sitis; in lacu Dwoisty staw dicto.

43. *P. rufescens* Cleve. De-Toni Sylloge 856. Tab. n. VII., fig. 8. Long. = 53 μ, lat. = 24·2 μ.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy dicto.

44. *P. closterioides* Ralfs l c. Tab. XXXIV., fig. 4.

Hab. locis uvidis ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad locum Roztoka dictum ducentis sitis ante locum Capówka appellatum; in lacu dicto Sobków staw Gąsienicowy; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum lacuum; in lacubus dictis: Toporowy staw, Szczyrbskie.

var. *subcylindricum* Klebs, Desm., tab. III., fig. 2 c—e.

Hab. in lacubus: Sobków staw Gąsienicowy, Zielony staw Gąsienicowy; Wielki staw in valle Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król); locis aqua defluenti irrroratis supra lacum dictum Czarny staw (in valle 5 Polonic. lacuum); locis uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla appellati ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad locum dictum Roztoka ducentis; in lacu Toporowy staw dicto.

45. *P. Navicula* Bréb.

Hab. in lacu Szczyrbskie dicto.

46. *P. truncatum* (Bréb.) Ralfs. Tab. XXV., fig. 5.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus dicti Czarny staw Gąsienicowy.

47. *P. didymocarpum* Lund. Desm. Suec., pag. 85., tab. V., fig. 9. Long. = 35 μ, lat. = 15·4 μ.

Hab. in lacu Szczyrbskie appellato.

48. *P. polonicum* Rac.

Hab. in valle Kościeliska in lacu Smreczyński staw. (Rac. Pam. X. 61).

49. *P. Moreanum* Archer. De-Toni l. c., pag. 862.

Zygotae long. = lat. = 33 μ, crass. = 22—26·4 μ.

Cell. evacuatae long. = 30 μ, lat. = 15·4 μ. Tab. n. VII., fig. 9.

Specimen nostrum paulo a figura II. in Schmidle. Algfl. d. Schwarzw. u. d. Oberrheins abhorret.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy dicti. 15. VII. 1899.

50. *P. minutissimum* Nordst. Norges Desm., pag. 46, fig. 21.

Long. = 19·8 μ, lat. = 10 μ.

Hab. in aqua decurrenti inter saxa granitica supra lacum Kurtkowiec dictum.

51. *P. oblongum* De-By., Delp. l. c. Tab. XV., fig. 40.

Long. = 118·8 μ, lat. = 33 μ!

Hab. in valle Kościeliska dicta ad ripas et in turfosis lacus Smreczyński staw appellati.

52. *P. lamellosum* Bréb., Delp. l. c. Tab. XV., fig. 13.

Hab. in valle Kościeliska cum antecedenti; locis uvidis, graminosis muscosis in silva prope collem Koziniec dictum; in lacu Sobków staw Gąsienicowy appellato; locis muscosis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla dicti ad dextram viae publicae; ad saxa in lacu Morskie Oko dicto; in aqua ex saxis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko ad lacum Czarny staw dictum ducentem decurrenti; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda dictas.

53. *P. cucurbitinum* Bisset in Journ. Roy Micr. Soc. 1884., pag. 157, tab. V.

for. *minor* West New Brit. Freshw. Alg., pag. 4.

Long. = 48·4 μ, lat. = 22 μ, isth. = 19·8 μ, apex ad 10 μ.

Hab. ad saxa in rivo vallis, quae „Ku Dziurze" appellatur. 7. VIII. 1903.

Gen. Tetmemorus Ralfs 1845.

54. *T. Brebissonii* (Menegh.) Ralfs, l. c., tab. XXIV., fig. 1.

Hab. in lacu Smreczyński staw dicto in valle Kościeliska ad ripas lacus et locis turfosis in ripis lacus; in lacu dicto Czarny staw Gąsienicowy et Wielki staw in valle Quinque Polonicorum lacuum (ubi legit prof. I. Król.), in rivulis vallis appellati Ciemnosmreczyńska.

var. *attenuatum* Nordst. Freshw. Alg. of N. Zeal. and Austral., pag. 66, Tab. III., fig. 18.

Hab. locis uvidis ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentis ante locum Capówka dictum.

55. *T. granulatus* (Bréb.) Ralfs l. c., tab. XXIV., fig. 2.

Hab. in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Morskie Oko, Czarny staw supra Morskie Oko, Toporowy staw; locis uvidis muscosis ad viam publicam ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentem; in saxis aqua decurrenti irroratis prope viam iuxta catarractam Siklawa ad Roztoka ducentem; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska appellatae.

56. *T. levis* (Kuetz.) Ralfs l. c., tab. XXIV., fig. 3.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis in Antołówka et prope collem Koziniec; ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa dicto ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis atque in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Zielony staw Gąsienicowy, Dwoisty staw; in lacu Smreczyński in valle Kościeliska dicta; in aqua decurrenti supra lacum Kurtkowiec dictum; in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch appellati; in aqua defluenti supra lacum Czarny staw in valle Quinque Polonicorum lacuum; in lacu Czarny staw supra lacum Morskie Oko sito; locis uvidis ad declivitatem loci Toporowa Cyrhla et ante locum Capówka dictum; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska appellatae.

var. *attenuatus* Wille, Schmidle, Alp. tab. XIV, fig. 24.

Hab. in Toporowy staw.

Gen. Disphinctium Naeg. 1849.

57. *D. curtum* (Bréb.) Reinsch. (*Cosmarium curtum* (Bréb.) Ralfs l. c., tab. XXXII., fig. 9).

Hab. in fonte supra lacum dictum Zmarzły staw sito.

var. *Regelianum* (Naeg.) Hansg., Naeg., Einz. Alg., tab. VI., fig. E.

Long. = 42 μ, lat. = 18 μ. ist. = 15·4 μ, apex = 6·6 μ.

Hab. ad saxa in rivo vallis, quae „Ku Dziurze“ appellatur 7. VIII. 1903.

58. *D. cruciferum* (De-By.) Hansg. var. *tatricum* nov. var. Tab. nostr. VII., fig. 10.

Cylidraceum utrinque rotundatum, medio non constrictum, chlorophoris 6 radiantibus, pyrenoidibus binis.

Long. cell. = 24 μ, lat. = 17·6 μ.

Hab. ad saxa in rivulo, qui in parte superiore vallis „Ku Dziurze“ fluit. (7. VIII. 1903).

A varietate *pluriradianti* Wittr. differt dimensionibus minoribus atque cellulis non constrictis.

59. *D. Palangula* (Bréb.) Hansg., Klebs l. c., tab. III, fig. 8 b—d.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus, qui Czarny staw Gąsienicowy dicitur, in lacubus: Dwoisty staw, Sobków staw, Zielony staw; in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum lacuum et in uvidis supra lacum Czarny staw in eadem valle; in Toporowy staw; in turfosis silvae inter valles: Pańszczyca et Sucha Woda dictas; in rivulis vallis dictae Ciemnosmreczyńska.

60. *D. Cucurbita* (Bréb.) Reinsch. Klebs. l. c. Tab. III., fig. 8. e.
Hab. ad collem Antołówka.

var. *inflatum* nov. var. Tab. nost. VII., fig. 11.

Varietas semicellulis ad basin paulo inflatis, cellulis e latere spectatis fusiformibus.

Long. = 39·6—40·7 μ, lat. = 17·6—22 μ, isth. = 15·4—17·6 μ, apex = 17·6 μ.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska ad ripas turfosas. (2. VIII. 1899).

61. *D. quadratum* (Ralfs?) Hansg.

Hab. in rivulis parvis rivo Poduplazki dicto affluentibus in valle appellata Białej Wody; inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy dicti; in lacu Sobków staw Gąsienicowy appellato; in lacu, qui Przedni staw Quinque Polonicorum lacuum dicitur (leg. prof I. Król.); in lacu Toporowy staw appellato; locis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla dicti; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska vocatae et in lacu Szczyrbskie.

62. *D. Cylindrus* (Ehrenb.?) Naeg., Ralfs. Brit. Desm., tab. XXV., fig. 2. *(Penium Cylindrus)*.

Hab. in aqua decurrenti ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa dicto ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis; inter Sphagna ad ripas eiusdem lacus; in lacu Sobków staw Gąsienicowy dicto; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch appellati; in saxis iuxta viam supra catarractam Siklawa dictam ad Roztoka ducentem; in lacu Toporowy staw.

63. *D. Ralfsii* (Kuetz.) Hansg. *forma apicibus paullulo concavis.*
Long. = 119 μ, lat. = 20 μ, isth. = 22 μ.

Hab. in lacu Smreczyński staw appellato in valle, quae Kościeliska dicitur.

64. *D. Thwaitesii* Ralfs) De-Toni. Sylloge. pag. 890. *Cosmarium Thwaitesii* Ralfs l. c., tab. XVII., fig. 8.

Hab. ad saxa in aqua rivuli rapide fluentis in valle, quae Waksmundzka dicitur.

var. *penioides* Klebs, Desm., pag. 26., tab. III., fig. 5—7.

Hab. in lacu Przedni staw dicto, in valle Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król.).

var. *incrassatum* Wille, Norges, tab. II., fig. 24, forma *tatrica* nov. for. Tab. nost. VII., fig. 12.

Forma lateribus semicellularum minus convexis (fere subparallelis), apicibus magis obtusis, subtruncatis.

Long. = 66 μ, lat. = 29·7 μ, isth. = 27·5 μ.

Hab. ad sphagnosas ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy. (15. VII. 1899).

65. *D. Rehmanii* nov. spec. Tab. nost. VII., fig. 13.

Disphinctium 1·5 longius quam latius medio leniter constrictum; semicellulis semielliptice conicis. apicem versus magis magisque attenuatis, ad apices obtuse rotundatis; e vertice visis circularibus; membrana levi, pyrenoidibus in unaquaque semicellula binis.

Long. = 52·8 μ, lat. = 35 μ, isth. = 26 μ.

Hab. in Zakopane prope collem Koziniec locis uvidis graminosis aquis defluentibus irroratis.

Species nostra *C. Thwaitesii* Ralfs subaffinis.

66. *D. speciosum* (Lund.) Hansg. *(Cosmarium speciosum* Lund. Desm. Suec., tab. III., fig. 5).

Hab. ad saxa in rivulo vallis „Ku Dziurze“ appellatae (specimina tantum lg. = 40 – 44 μ, lat. = 26·4 μ, isth., = 15·4 μ metientia); locis uvidis graminosis muscosis prope collem Koziniec dictum; ad saxa submersa iuxta ripas lacus Morskie Oko; in lacu Szczyrbskie. In catarracta Siklawica vallis Strążyska. (Rac. Pam. XVII. 82).

var. *rectangulare* Borge. Süsswass.-Chlor. Gouv. Archangel. pag. 21., tab. II., fig. 10.

Long. = 33—40, lat. = 21 – 22, isth. = 15·4 μ, *membrana glabra.*

Hab. in lacu dicto Przedni staw in valle Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko appellato atque in parvis stagnis et locis uvidis ad radices montis Mnich appellati prope flexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

67. *D. anceps* (Lund.) Hansg. *(Cosmarium anceps* Lund. l. c., tab. III., fig. 4).

Hab. in lacu dicto Przedni staw cum var. antecedenti (leg. prof.

I. Król.); in lacu appellato Szczyrbskie (hic specimina 33 μ long., 20 μ lata, isthmo 13 μ lato, apicibus 11—12 μ latis).

for. *pusillum* Hansg.

Hab. in valle Strążyska in catarracta Siklawica. (Rac. Pam. XVII. 82).

var. *minimum* Gutw. Mater. do fl. Gal. Pars II., pag. 9. tab. I., fig. 2.

Long. = 15·4 μ, lat. = 8·8 μ.

Hab. in aquis defluentibus ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa dicto ad lacum Czarny staw ducentis. (30. VI. 1899).

forma *tatrensis* nov. for. Tab. nost. VII., fig. 14.

Forma 17·6 μ — 19·8 μ longa, 8·8 μ — 9·9 μ — 11 μ lata (ad basin), isth. 6·6 μ — 7·7 μ lato, apice 7·7—8·8 μ lato, varietati *minimum* (Gutw. Mat. do fl. gl. Gal., pag. (9), tab. I., f. 2. proxima, differt dimensionibus atque lateribus semicellularum apicem versus non convergentibus sed supra basin retusis, in apicem dilatatum desinentibus.

Formae nostrae *C. sublobatum* (Bréb.) Arch. v. *minutum* Gutw. l. s. c., pag. 10. tab. I., fig. 3. simile videtur sed isthmo angustiore atque aspectu verticali et laterali valde abhorret.

Hab. in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy (20. VI. 1899). Toporowy staw (13. VII. 1899.). Zielony staw Gąsienicowy (22. VII. 1899). in scrobiculis supra lacum Zadni staw 5-Polonicorum stagnorum (6. VIII. 1899.). in lacu Morskie Oko (9. VIII. 1900).

68. *D. sinuosum* (Lund.) Hansg. De-Toni l. c., pag. 894.

var. *decedens* (Reinsch) Nordst. Desm. arct., pag. 38.

(*Cosm. decedens* (Reinsch) Racib. c. *boreale* Raciborski. Nowe desmidye 1889., pag. 8.).

Long. = 40, lat. = 20, ist. = 15·4; apex — 19·8 μ.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy dicto.

forma *basiornata* nob. Tab. nostra VII., fig. 15.

Forma ad basin semicellularum seriebus tribus punctorum maiorum exornata, isthmo angustiore.

Long. = 44 μ, lt. bas. = 20 μ, med. semic. = 17·6 μ, apic. = 22 μ; isth. = 11 μ; crass. corp. = 13·2 μ.

Hab: cum *C. decedenti* var. *carpatico* Rac. in lacu Czarny staw Gąsienicowy. 20. VI. 1899.

var. *carpaticum* Rac. l. c. Tab. I., fig. 1.

Long. = 40 μ, lat. bas. = 22 μ, lat. subapic. = 17·6 μ, lat. apic. = 19·8 μ; lat. isth. = 17·6 μ.

Hab. cum antecedentibus. (20. VI. 1899).

Gen. **Pleurotaenium** Naeg. 1849.

69. *P. nodosum* (Bail.) Lund.

Crass. ad infl. med. = 57 μ; crass. medii semicell. = 55 μ; crass. apic. = 26·4 μ, lat. isth. = 46·2 μ; long. cell. = 460 μ.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis in silva prope collem Koziniec.

70. *P. minutum* (Ralfs) Delp. [(*Calocylindrus minutus* (Ralfs), *Penium minutum* (Ralfs) Cleve].

var. *alpinum* Rac.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska. (Rac. Pam. X. 61.).

Gen. **Pleurotaeniopsis** Lund 1871.

71. *P. elegantissima* Lund., Desm. Suec., pag. 53., tab. III., fig. 20.

Hab. prope collem Koziniec cum specie antecedenti et in lacu Czarny staw dicto, qui supra Morskie Oko situs est (hic specimina long. = 51 μ, lat. = 24·2 μ).

72. *P. Cucumis* (Corda) Lagerh., Klebs, Desm., pag. 30., tab. III. fig. 11—12 et 15.

Hab. in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Zielony staw Gąsienicowy, Dwoisty staw; inter saxa granitica supra lacum Kurtkowiec dictum in aqua ex lacu Długi staw defluenti; in aqua ex saxis ad viam in ripis lacus Morskie Oko sitis defluenti; in rivulis parvis rivo Podupłazki dicto in valle Białej Wody dicta affluentibus; locis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla dicti ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis.

73. *P. Ralfsii* (Bréb.) Lund.

var. *alpina* Rac.

Hab. ad lacum Kurtkowiec (Rac. Pam. X. 71.).

var. *montana* Rac.

Hab. in Zakopane (Rac. Pam. X. 71.).

var. *angulosa* Rac. Desm. okolic Krakowa, pag. 15., tab. I., fig. 6.

Long. = 112 μ! lat. = 110 μ! isth. = 26·4 μ!

Hab. in valle Kościeliska ad ripas turfosas lacus dicti Smreczyński staw.

In lacu Toporowy staw. (Rac. Pam. X. 71.).

74. *P. pseudoexigua* (Rac.) Lagerh.

Hab. in Zakopane. (Rac. Pam. X. 71.).

Gen. Cosmarium Corda 1835.

75. *C. granatum* Bréb., Ralfs, Brit. Desm., tab. XXXII., fig. 6.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis prope collem Koziniec in Zakopane.

for. *Borgei* Lagerh., Nuova Notarisia II., pag. 25. (= forma in Borge Sibir. Chlor., pag. 12., fig. 7.). Long. = 33, lt. = 22, isth. = 11 μ. apex = 6·6—8 μ.

Hab. ad saxa in rivulo vallis, quae „Ku Dziurze" appellatur. 7. VIII. 1903.

76. *C. conicum* W. et G. West, Freshw. alg. of Madagas., pag. 71., tab. VIII., fig. 12.

var. *brevius* nov. var. Tab. nost. VII., fig. 16.

Varietas tantum 1·6-plo longior quam latior, lenius constricta, seriebus transversis 2 vel 3 punctorum prope basin destituta.

Long. = 33 μ. lat. = 19·8 μ, isth. = 19 μ.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy (22. VII. 1899).

C. Oocystidum West. Welwitsch Afr., pag. 175., tab. 366, fig. 21. et *C. cucurbita* v. *attenuatum* West Journ. of Bot 42., pag. 286, tab. 464, fig. 18. varietati nostrae subaffinia sunt.

77. *C. bioculatum* Bréb., Ralfs. l. c., tab. 15, fig. 5.

Long. = 18 μ. lat. = 15·4—16·5 μ, ist. = 4·4 μ; *membrana punctata*.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa submersa. 4. VIII. 1889. et 9. VIII. 1900.

78. *C. Meneghinii* Bréb.

Hab. locis muscosis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla dicti ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad lacum Roztoka ducentis; in lacu Toporowy staw.

var. *Braunii* (Reinsch) Hansg., Reinsch. Algenfl., tab. X., fig. 3 b. c.

Long. = 40 μ, lat. = 29 μ, apex = 20 μ, ist. = 6·6 μ, crass. = 15·4—18 μ.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy 22. VIII. 1899; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum lacuum; in lacu Czarny staw dicto et supra lacum Morskie Oko sito 4. VIII. 1899; in stagnis et uvidis locis ad montem Mnich sub deflexione iugi dicta Wrota Chałubińskiego.

var. *octangulariforme* Gutw. Materyały do fl. Galicyi. Pars II., (1890), pag. 12., fig. 6.

Long. = 22 μ, lat. = 17·6 μ, isth. = 6·6 μ.

Hab. ad saxa submersa in aqua ex lacu Morskie Oko defluenti. 9. VIII. 1900.

79. *C. Regnellii* Wille, Sydamer. Algfl., pag. 16., tab. I., fig. 34.

Long. = lat. = 15·4 μ; isth. = 4·4 μ; crass. = 8·8 μ.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Toporowy staw. 13. VII. 1899.

80. *C. impressulum* Elfv. var. *alpicolum* forma Schmidle, Alpine Algen., pag. 17., tab. XV., fig. 13.

Hab. ad montem Mnich, cum antecedenti.

81. *C. Garrolense* Roy and Bisset, Scot. Desm., pag. 34., tab. II., fig. 4.

Long. = 33 μ! lat. = 25 μ, isth. = 9 μ, apex = 19·8 μ; *e vertice visum ellipticum.*

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Toporowy staw.

82. *C. Etchachanense* Roy. On Scot. Desm., pag. 34., tab. I., fig. 15.

Long. = 31 μ, lat. = 26·4 μ, isth. = 11 μ, crass. = 15 μ.

Hab. in valle Strążyska ad catarractam Siklawica appellatam.

83. *C. alpinum* Rac. (*C. crenatum* c) *alpinum* Rac. Pam. X., 76., tab. II., fig. 11.).

Hab. prope catarractam Siklawa. (Rac. l. s. c. 76).

84. *C. Pertyanum* Rac.

Hab. in catarracta Siklawica infra montem Gewont. (Rac. Fiz. XXII., 107.).

85. *C. tinctum* Ralfs.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum lacuum. 16. VIII. 1899.

86. *C. arctoum* Nordst.

var. *tatricum* Rac.

Hab. in Zakopane. (Rac. Pam. X. 79.).

87. *C. pseudoarctoum* Nordst. Tab. nostra VIII., fig. 38.

Hab. in Zielony staw Gąsienicowy.

88. *C. holmiense* Lund., Desm. Suec., pag. 49., tab. II., f. 20.

Hab. locis graminosis muscosis uvidis prope collem Koziniec; ad saxa in rivulo vallis „Ku Dziurze" appellatae (hic 7. VIII. 1903 specimina 46 μ longa, 29 μ lata, isth. 15·4 lato, apice = 22 μ lato legi).

var. *Nordstedtii* Rac. Non. Des. Pol., pag. 81 (25).

Long. = 64 μ, lat = 38 μ, isth. = 22 μ, apex = 26·4 μ.

Hab. ad saxa in rivulo vallis „Ku Dziurze" appellatae.

var. *integrum* Lund for. *constricta* Gutw. Flora glonów okolic Lwowa, tab. I., fig. 17.

Long. = 55 μ — 59·4 μ — 62 μ; lat. = 33 μ — 37 μ; isth. = 19·8 μ.

Hab. ad collem Koziniec cum typo; ad saxa in rivulis vallis appellatae Białe et vallis Strążyska; in catarracta „Siklawica" dicta in valle Strążyska.

89. *C. venustum* var. *excavatum* (Eichler et Gutw.). W. and G. S. West in Journal of Botany 33., pag. 68.

C. trilobulatum var. *excavatum* Eichler et Gutwiński, De nonnullis speciebus algarum novarum 1894., pag. 4 (165), tab. IV., fig. 8.

Forma duplo maior. Tab. nostra VII., fig. 17.

Long. = 44 μ. lat. = 33 μ, lat. isth. = 6·6, lat. apic. = 22 μ.

Hab. locis uvidis in silva ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad locum Roztoka dictum ducentis prope locum, qui Capówka vocatur.

90. *C. pseudospeciosum* Racib., Desm. Ciastonia. pag. 364., tab. VI., fig. 21.

forma *latior* nov. for. Tab. nost. VII., fig. 18.

Forma typo longior ac latior, dorso semicellularum minus evidenter retuso et subtruncato.

Long. = 26·4 μ, lat. = 15·4 μ, isth. = 6·6 μ, apex = 8·8 μ.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy. (15. VII. 1899).

90. *C. pseudopyramidatum* Lund. l. c., tab. II., f. 18.

Hab. in valle Kościeliska ad ripas turfosas lacus „Smreczyński staw".

91. *C. dovrense* Nordst., Racib., Nowe Desm., pag. 10., tab. V., fig. 38.

Long. = 35 μ — 40 μ, lat. = 25—29 μ, isth. = 18—20 μ, crass. = 24·2 μ.

Hab. ad saxa in rivulis vallium: „Ku Dziurze" et „Białe" appellatarum. In valle Strążyska ad rupes catarractae Siklawica (Rac. Pam. XVII. 82.).

92. *C. abbreviatum* Rac.

Hab. prope catarractam Siklawa (Rac. Pam. X. 83.). In lacu Czarny staw Gąsienicowy (legi ipse).

93. *C. pseudoprotuberans* Kirch.

var. *alpinum* Rac.

Hab. cum antecedenti. (Rac. Pam. X. 83.).

94. *C. eductum* Roy et Biss.

var. *tatricum* Rac.

Hab. in Molkówka (Rac. Pam. XVII. 82).

95. *C. ellipsoideum* Elfv. var. *minus* Rac.

Hab. prope lacum Toporowy staw. (Rac. Pam. X. 84).

96. *C. variolatum* Lund.

var. *catharactarum* Rac.

Hab. in rupibus ad catarractam Siklawica in valle Strążyska. (Rac. Pam. XVII. 79).

97. *C. cambricum* Cooke et Wills.

var. *dubium* Rac.

Hab. in Zakopane. (Rac. Pam. X. 79).

98. *C. tetragonum* (Naeg.) Arch.

var. *Lundellii* Cooke for. *tatrica* Rac.

Hab. in Molkówka. (Rac. Pam. XVII. 80).

99. *C. obliquum* Nordst., Norges Desm., pag. 23., fig. 8. (Nothocosmarium obliquum Racib. Nowe Desmidye. 1889., pag. 26, tab. II., fig. 13).

Hab. locis uvidis in Antołówka; in valle Kościeliska cum *C. pseudopyramidato;* in turfosis ad ripas lacus dicti Czarny staw Gąsienicowy (lg. = 17·6, lat. = 15·4, isth. = 11 μ); in lacu Mały staw Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król.); in turfosis inter valles: Pańszczyca et Sucha Woda (lat. = 14 μ, isth. = 11 μ, apex = 14·3, long. = 17·6).

forma *tatrica* nob. Tab. VII., fig. 19.

Forma lateribus semicellularum evidentissime constrictis ita ut latera bicrenata fiant, semicellulis e vertice spectatis semicircularibus ut apud typum sed ad apices diametri semicirculi parum protractis, membrana in nonnullis speciminibus ad apicem semicellularum punctis elongatis exornata (quasi striolata).

Long. cell. = 17·6 μ — 19 μ; lat. 14—15·4 μ; isth. = 11, lat. apic. = 14·3—15 μ, crass. = 11 μ.

Forma a nobis descripta maxime formae a M. Raciborski Desm. novae, pag. 26, tab. II., fig. 13 a. descriptae affinis videtur, quae forma Raciborskii transitum inter typum et formam nostram efficit.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy (20. VI. et 15. VII. 1899).

Species haec a cl. D-re O. Nordstedtio ad „Bergen; Moen i Vossevangen; Seljestad" primum inventa atque l. s. c. descripta ac delineata, postea ab aliis auctoribus indicata est:

Dr. Scharschmidt G. (M. T. Akad. Math. Közlem. XVIII, 1882. pag. 267) *C. obliquum* in turfosis Mlucha dictis ad Offenbànya. („Jelentes a Felsö-Magyarorszàgi...“ pag. 7. anno 1888) in lacubus Öt-tó. in turfosis prope Csorba invenit. Dr. O. Nordstedt speciem hanc ex Nova Zelandia et Australia (Freshwat. Alg. ... pag. 57. et 80. anno 1888). M. Raciborski ex valle Nowotarska ad Ludźmierz (Mater. do fl. gl. Polski. 1888.. pag. 29; Desm. nov. 1889. pag. 26.. tab. VI.. fig. 13). A. Heimerl ex turfosis Ramsau 1000 *m* s. m., regione summi montis Rossbrand 1750—1768 *m* s. m. (Desm. alp. 1891.. pag. 14). W. West ex Helvellyn. Pike of Bliscoe (Alg. of the Engl. Lake District 1892.. pag. 14. fig. 15). ex Creggan Longh; Lakes of Longh Bofin; Carrantuchill (Alg. of West Ireland 1892., pag. 149), I Lütkemüller ex uvidis locis ad Aschau. Eichereben. prope lacum Egel (Desm. a. d Umgeb. d. Attersees in Oberösterr. 1893. pag. 548), O. Borge ex Gariwoj et supra ostium fluvii Kusegas in Mezenskoja Pishma (Süsswas.-Chloroph. im nördl. Russl.. Gouver. Archang. 1894. pag. 24). W. West ex insula Dominica „on trees. summit of Trois Pitons 4500 ft.“ (Alg. from the West Indies 1894, pag. 268), W. et G. S. West ex ins. Dominica „on banks, Morne Micotrin, on rocks, Castle Bruce River 2000—3000 ft.“ (Alg. of the West Indies 1899, pag. 284) proferunt.

Praeterea ut ex Nordstedtii Indice Desmid. Supplement.. pag. 90. apparet: anno 1901: Comére[1]) Bohlin, 1903: Max Schmidt[2]), anno 1904: Heering et Homfeld[3]). 1905: Cushmann[4]), 1906: Migula[5]), Borge[6]) speciem hanc indicant.

100. *C. punctulatum* Bréb.

var. *mesoleium* Rac.

Hab. in Molkówka. (Rac. Pam. XVII. 87).

101. *C. pseudobotrytis* Gay. Conjugées Monogr.. pag. 61. Pl. I.. fig. 19.

Long. = 29 μ, lat. = 22 μ, isth. = 9 μ!

Hab. ad saxa submersa in lacu Morskie Oko.

[1]) In Gallia.

[2]) In fossis inter Fintel et uvida Hamm.

[3]) Ad Hamburg in uvidis prope Eppendorf.

[4]) In New Hampshire.

[5]) Libelli mihi desunt.

[6]) In Suecia.

102. *C. calodermum* Gay, Mon. Conj.

Long. = 31 μ — 35 μ, lat. = 24—28·6 μ, isth. = 10—13 μ, apex = 13 μ — 19 μ, crass. = 13 μ.

Hab. locis uvidis, graminosis. muscosis prope collem Koziniec; in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in valle Roztoka in cavo saxi granit. aqua impleto.

103. *C. pyramidatum* Bréb., Ralfs l. c., tab. XV., f. 4.

Hab. in valle Kościeliska ad ripas turfosas lacus Smreczyński staw.

104. *C. Archerii* Roy and Bisset, Scot. Desm., pag. 30, tab. I., fig. 5. forma *minor* Gutw. De nonnullis alg. novis 1896, pag. [45] 13., tab. VI., fig. 29. (= *C. cymatopleurum* Nordst. forma *polonica* Racib. Nowe Desm.. pag. 15, tab. V, fig. 36). Tab. nostra VII., fig. 20.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis in silva prope collem Koziniec in Zakopane.

Specimina nostra: long. = 90—92 μ, lat. = 72·6 μ, isth. = 26·4 μ, apex = 33 μ. Figura apud Raciborski l. c. semicellulam haud adultam, nostram superiorem aequantem sistit. In Molkówka, valle Kościeliska, Siklawica catarracta. (Rac. Pam. XVII. 87).

105. *C. pachydermum* Lund l. c., tab. II, fig. 15.

Hab. locis uvidis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad locum Roztoka dictum ducentis.

var. *minus* Nordst. Norg. Desm., pag. 18, fig. 7.

Long. = 68—73, lat. = 59, isth. = 22—26 - 28 μ.

Hab. locis uvidis ad viam publicam prope Capówka; in rivulis vallis dictae Ciemnosmreczyńska.

106. *C. cymatopleurum* Nordst., De-Toni l. c., pag. 970.

Long. = 90 μ, lat. = 59—64 μ; isth. = 24 μ; apex = 33 μ.

Hab. in pratis muscosis sub monte Nosal dicto in Bystre.

107. *C. didymochondrum* Nordst.. Desm. Ital. Tyrol., pag. 36, tab. XII, fig. 11.

Hab. in rivulo in valle „Ku Dziurze“ dicta. In rupibus catarractae Siklawica. (Rac. Pam. XVII. 22).

forma *tatrica* nov. for. Tab. nostra VII., fig. 21.

A typo differt semicellulis apicem versus rapidius angustatis atque granulis nonnullis supra granula bina ad isthmum dispositis ornatis.

Long. = 46 μ, lat. = 37 μ! isth. = 11 μ, apex = 15·4 μ, crass. = 19·8 μ.

Hab. in valle Olczyska. 19. VI. 1899.

108. *C. difficile* Lütkem. Desm. Attersees. pag. 551. tab. VIII, fig. 3.

Hab. locis uvidis in declivitate loci Toporowa Cyrhla et prope locum Capówka; in valle Quinque Polonicorum lacuum i. e. in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch et in uvidis supra lacum Czarny staw; in lacu Morskie Oko et in aqua defluenti ex saxis supra viam in ripa lacus Morskie Oko ad Czarny staw ducentem sitis.

var. *subleve* Lütkem. l. c., pag. 552, tab. VIII, fig. 4.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus dicti Toporowy staw.

109. *C. obsoletum* Reinsch. var. *angustatum* West.

for. *galiciensis* Gutw., De nonnul. Alg. 1896, pag. 49, tab. VII, fig. 46

Hab. locis uvidis prope Capówka.

110. *C. transiens* Gay, De-Toni l. c., pag. 976. *C. intermedium* Gay, Monogr., pag. 93, tab. II, fig. 4 (*sub Euastro*).

for. *maior* nov. for. Tab. nostr. VII, fig. 22.

Forma margine apicali semicellularum retuso atque dimensionibus a typo diversa.

Long. = 29 μ, lat. = 22 μ, isth. = 7 μ.

Hab. ad ripas turfosas lacus, qui Toporowy staw dicitur.

111. *C. margaritiferum* (Turp.) Menegh., De-Toni l. c., pag. 979.

Hab. locis uvidis ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis prope Capówka.

112. *C. Botrytis* (Bory) Menegh.

for. *typica.*

Hab. locis uvidis graminosis muscosis: prope Koziniec, in declivitate loci Toporowa Cyrhla, prope Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis; in saxis aqua defluenti irroratis supra viam in ripa lacus Morskie Oko ad lacum Czarny staw ducentem, in stagnis et locis uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi Wrota Chałubińskiego appellatam.

var. *squamosum* Schaarschm., Magyar. Desm., fig. 13.

Hab. cum typo prope Koziniec.

var. *emarginatum* Hansg., Prodrom., pag. 199.

Hab. cum typo in declivitate Toporowa Cyrhla et in saxis supra viam ad ripas lacus Morskie Oko.

113. *C. tetraophthalmum* (Kuetz.) Bréb.

Hab. cum antecedenti ad Toporowa Cyrhla. Locis uvidis muscosis prope collem Koziniec, in valle Olczyska, in lacu Morskie Oko.

114. *C. Logiense* J. P. Bisset. List of Desm. of Lake Windermere, pag. 3, Roy and Bisset, Scot. Desm., pag. 38, tab. II, fig. 15.

Long. cell. = 57—66—68—70—73 μ.
lat. „ = 46—53—55—57—62 μ.
isth. „ = 18—22—20—22—24 μ.
crass. „ = 29 μ.

Hab. in saxis submersis ad sinistram viae e loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis; in lacu, qui Sobków staw Gąsienicowy dicitur; in valle Quinque Polonicorum lacuum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch et supra lacum Czarny staw in aqua defluenti; ad saxa in rivulo sub montibus Miedziane supra lacum Morskie Oko; in stagnis et locis uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi Wrota Chałubińskiego appellatam; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska; locis uvidis in declivitate loci Toporowa Cyrhla dicti.

115. *C. dentiferum* Corda, Nordst., Bornholm, tab. VI, fig. 45.

forma *maior* nob. Tab. nost. VII, fig. 23.

Long. = 116 μ — 132 μ, lat. = 106 μ — 119 μ: isth. = 33 μ — 37 μ — 39·6 μ, crass. = 66 μ.

Hab. in lacu, qui Zielony staw Gąsienicowy dicitur. (22. VII. 1899).

116. *C. reniforme* (Ralfs) Archer, Ralfs l. c., tab. XVI, fig. 2 a—c.

Long. = 51 μ, lat. = 55 μ, isth. 19 μ; crass. = 33 μ.

Hab. locis uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et ante locum Capówka dictum.

117. *C. cyclicum* Lund. l. c., tab. III, fig. 6 d.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco „Hala Gąsienicowa“ dicto ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis.

var. *maculatum* Schmidle, Weitere Beiträge zur Alg. d. Rheinebene (1895), pag. 76, tab. I, fig. 7.

for. *tatrica* nob. Tab. nostra VII, fig. 24.

Forma in medio semicellularum verruculis obsita, 49—57·2 μ longa, 51—55 μ lata; isth. = 19·8 μ, apex = crass. cell. = 26·4 μ; crenis lateralibus sumicellularum rotundis potius quam quadratis.

Hab. ad saxa submersa in lacu Morskie Oko; in stagnis et uvidis locis ad montem Mnich sub deflexione iugi „Wrota Chałubińskiego“ appellata.

108. *C. Portianum* Archer. var. *orthostichum* Schmidle, Algen aus dem Gebiete d. Oberrh., pag. 549, tab. XXVIII, fig. 7.

Long. = 35 μ. lat. = 24 μ; isth. = 11 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw.

119. *C. subspeciosum* Nordst., Desm. arct., pag. 22, tab. VI, fig. 13. sec. De-Toni, Sylloge pag. 986.

forma *tatrica* nov. for. Tab. nost. VII, fig. 25.

Forma lateribus 5-crenatis, tumore supra isthmum septem seriebus granulorum ornato sed serie medianâ longissimâ (ex granulis 5), unaquaque autem serierum insequentium uno granulo breviore. Semicellulae e vertice visae ellipticae, utrimque tumidae, tumoribus 7-granulatis.

Long. = 41·8 μ, lat. = 33 μ, isth. = 15·4 μ, crass. = 24 μ.

Hab. in lacubus parvis et stagnis ad radicem montis Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur. 10. VIII. 1900.

Observatio: Nordstedt in diagnosi l. c. conscripta „pyrenoidibus singulis ?;" dicit, in diagnosi varietatis *validioris* in Freshw. Algae of N. Zeal and Austr., pag. 40. autem „nuclei amylacei?" scribit. Observationes nostrae in „De algis a Dre. M. Raciborski anno 1899. in insula Java collectis" pag. 594. speciem hanc binos pyrenoides possidere ratum fecerunt. Forma *tatrica* tamen pyrenoidibus singulis praedita est, ceterum — characteribus supra commemoratis exclusis — cum specie *Cosmario subspecioso* Nordst. plane congruit. Duas itaque species nomine *speciosum* designatas esse puto, quarum altera pyrenoidibus singulis (Nordst. in Desm. arct. l. s. c.), altera binis (Nordst. in Freshw. Alg. of N. Zeal. l. s. c.) praedita est. — Qua ex re sequi videtur, ut varietas *validius* Nordst. pro propria specie habenda eique forma *javanica* Gutw. subiungenda sit.

120. *C. amoenum* Bréb., Ralfs l. c., tab. XVII, fig. 3.

Hab. in lacu Toporowy staw.

121. *Cosmarium ordinatum* (Börg.) West, N. Amer. Desm., pag. 251. XV. fig. 14.

var. *montanum* nov. var. Tab. nostr. VII, fig. 26.

A typo differt varietas nostra angulis inferioribus rotundatis incisura mediana alio modo ampliata, verrucis basi semicellularum proximis validioribus, aspectu laterali circulari neque depresso circulari (Cfr. Börgesen, Symb. ad fl. Bras., pag. 945) atque dimensionibus.

Long. = 44 μ, lat. = 35 μ, isth. = 17 μ, crass. = 22 μ.

Pyrenoides singuli.

Hab. locis uvidis aquis leniter defluentibus irroratis ad dextram viae publicae, quae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducit, prope Capówka.

Species haec adhuc ex Brasilia (Börgesen), America boreali (West) et Paraguay (Borge) indicata erat.

122. *C. ochtodes* Nordst., Wolle, Desm. Un. St., tab. XIV, fig. 4.

Observat.: *Pyrenoides bini.*

Long. = 88 μ, lat. = 64 μ, isth. = 22 μ.

Hab. in lacu Dwoisty staw in valle dicta Stawów Gąsienicowych; in lacu Przedni staw in valle Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król.).

var. *amoebum* West = *granulosum* Lütkem. Alg a. d. Attersee, tab. VIII, fig. 9., C. speciosum Lund β australianum Nordst. forma Gutwiński, Flora alg. agri Leopol., pag. 50.

Long. = 88 μ, lat. = 77 μ, isth. = 24·2 μ.

Hab. locis uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka.

123. *C. Hornavanense* nov. spec., tab. nostr. VIII, fig. 28.

(= *C. subochtodes* Schmidle var. *maius* Schmidle, Pite Lappmarks... Süsswasseralg. pag. 36, tab. I, fig. 51 et *C. spec.* Schmidle l. c., pag. 41, tab. II, fig. 10).

Cosmarium permagnum, profunde sinu lineari angustissimo constrictum. Semicellulae subtrapezicae, angulis inferioribus rotundatis, lateribus subconvexis, apice truncato et media in parte evidenter leniter emarginato. Membrana ad marginem apice laevi excepto verrucis conicis in series obliquas ordinatis ornata et inter verrucas punctato-scrobiculata. Verrucae ad mediam semicellulam diminutae et evanescentes ibique membrana scrobiculata. Semicellulae e vertice visae ellipticae, utrimque late tumidae, ibique plerumque et ad angulos semper verrucosae, medio in apice laeves et media in area laevi punctatae, e latere circulares. Pyrenoides bini.

Long. = 92 μ — 99 μ — 101 μ.

Lat. = 72·6 — 74·8 μ — 88 μ — 92·4 μ — 96·8.

Isth. — 22 μ — 24 μ — 26·8 μ — 28·6 μ.

Apex = 22 μ — 28·6 μ.

Speciei huius primum ex lacu Hornavan ad Arjeplong in Pite Lappmark l. s. c. indicatae multa legi specimina in lacu Zielony staw Gąsienicowy (22. VII. 1899) et locis muscosis aquis defluentibus irroratis in declivitate Toporowa Cyrhla (11. VIII. 1899).

124. *Cosmarium subcrenatum* Hantzsch., De-Toni, Syll., pag. 1000. forma *bifaria* nov. for. Tab. nostr. VIII, fig. 29.

Forma margine dorsali leniter 4-crenato ad basin semicellularum seriebus granulorum binis exornata.

Long. = 35·2 μ, lat. = 26·4 μ, isth. = 9 μ; crass. cell. = 11—13 μ.

Hab. in valle Strążyska ad saxa aquis cataractae Siklawica irrorata. 16. VI. 1899.

125. *C. binum* Nordst. *var.* Rac. Pam. XVII. 93. tab. I. fig. 25.

Hab. in turfosis Molkówka dictis. (Rac. l. c., pag. 93).

126. *C. Gayanum* De-Toni, Sylloge, pag. 994.

Hab. ad saxa submersa in lacu Morskie Oko.

127. *C. Davidsonii* Roy and Bisset. On Scot. Desm., pag. 33. tab. I. fig. 8. var. *simplicius* nov. var. Tab. nostr. VIII, fig. 30.

Varietas typo latior, granulis (in seriebus radiantibus) singulis (non „about three in a row"). Semicellulae in aspectu laterali elliptice compressae basi modice inflatae. ad angulos inferiores truncatos 3-crenulatos angustatae.

Long. = 37·4 μ, lat. = 28·6 μ, isth. = 13 μ; crass. = 17·6 μ, crass. apicum = 13·2 μ.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa, ubi aquae ex lacu decurrunt. (9. VIII. 1900).

128. *C. emarginulum* (Perty) Rabenh.

var. *polonicum* Rac.

Hab. in Smreczyński staw in valle Kościeliska. (Rac. Pam. X. 82).

129. *C. pseudoamoenum* Wille var. *basilare* Nordst. Zeal., pag. 50. tab. V, fig. 14.

Long. = 48·4 μ. lat. = 28·6 μ. isth. = 15·4—17·8 μ. crass. = 22 μ.

Hab. in lacu dicto Toporowy staw inter Sphagna; in lacu Szczyrbskie.

130. *C. microsphinctum* Nordst. Tyrol., pag. 33. tab. XII. fig. 9.

Long. = 31 μ, lat. = 20 μ, isth. = 13·2 μ.

Hab. ad saxa in aqua ex lacu Długi staw dicto defluenti supra lacum Kurtkowiec; in lacu Przedni staw in valle Quinque Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król.).

β *crispulum* Nordst., Wille, Novaja Seml. tab. XII. fig. 23.

Long. = 36 μ — 42 μ. lat. = 28·6 μ. isth. = 15·4 μ.

Hab. locis graminosis uvidis muscosis prope collem Koziniec; in lacubus: Morskie Oko, ad radices montis Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

131. *C. caelatum* Ralfs, Brit. Desm., tab. XVII, fig. 1.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis in silva ad collem Koziniec, in Antołówka; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco, qui Hala Gąsienicowa dicitur, ad lacum dictum Czarny staw Gąsienicowy; in lacubus: Dwoisty staw, Sobków staw, Czarny staw Gąsienicowy; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: supra lacum Czarny staw in saxis aqua defluenti irroratis, in lacu Przedni staw (hic leg. prof. I. Król.); ad saxa irrorata supra viam in ripa lacus Morskie Oko, in lacu Czarny staw supra lacum Morskie Oko sito; in lacu Toporowy staw; locis uvidis ante locum Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis; in rivulis vallis, quae Ciemnosmreczyńska vocatur.

var. *spectabile* (De-Not.) Nordst., De-Toni l. c., pag. 1008.

Hab. in lacu Sobków staw dicto et inter saxa supra lacum Kurtkowiec in aquis ex lacu Długi (Kuklaty) staw defluentibus.

132. *C. costatum* Nordst., Desm. arctoae, De-Toni Syll., pag. 1012, var. *tatrense* nov. var. Tab. nostra VIII, fig. 31.

Varietas typo minor, crenis apicalibus truncatis, crenis lateralibus 6 apice emarginatis.

Long. = 35 μ, lat. = 33 μ, lat. isth. = 11 μ.

Hab. in valle Olczyska. (19. VII. 1899).

Varietas nostra maxime ad figuram in G. S. West. Algaflora of Cambridgeshire, tab. 395, fig. 19. accedit.

133. *C. pseudocostatum* nov. spec. Tab. nostr. VIII, fig. 32.

Cosmarium 1·18 longius quam latius, sinu angustissimo profunde constrictum. semicellulis trapezicis, dorso truncatis et leniter 4-crenatis, lateribus 5-crenatis, crenis basi semicellularum proximis minoribus. Semicellulae e latere spectatae basi tumidae. apicem versus angustatae, apice rotundato subtruncatae, in parte subapicali atque ad apicem crenatae. Membrana verrucis concentrice et radiatim dispositis emarginatis exornata. Pyrenoides singuli.

Long. = 26·4 μ, lat. = 22 μ, isth. = 8·8 μ, margo apical. = 11—12 μ, crass. ad inflationes = 15·4 μ, crass. apic. = 13·2 μ.

Hab. in aquis leniter defluentibus ad sinistram viae. quae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw ducit.

134. *C. truncatellum* (Perty) Rabenh.

Hab. in Smreczyński staw in valle Kościeliska. (Rac. Pam. X. 79).

135. *C. speciosissimum* Schmidle. Alpine Algen., pag. 24, tab. XV, fig. 30.

Long. = 46 μ — 51 μ — 53 μ, lat. = 35 μ — 40 μ — 40 μ, isth. = 18 μ.

Hab. locis uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla; in lacu Dwoisty staw; in lacu Przedni staw in valle Quinque Polon. stagnorum (hic leg. prof. I. Król); ad saxa submersa in lacu Morskie Oko; ad saxa irrorata iuxta viam in ripis lacus Morskie Oko; in stagnis et uvidis locis ad montem Mnich prope deflexionem iugi Wrota Chałubińskiego appellatam.

136. *C. ornatissimum* Schmidle, Berner Alpen, f. 12.

E vertice ellipticum, medio utrinque paullulo tumidulum. Vide fig. nostram 36. Tab. VIII.

Long. = 31 μ — 48·4 μ, lat. = 24 μ — 35 μ, isth. = 11—13 μ.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy dicto.

137. *C. Nathorstii* for. *tatrica* nov. forma. Tab. nost. VIII, fig. 33.

Forma sinu lineari extremo evidentissime ampliato, angulis inferioribus magis rotundatis, crenis lateralibus circiter 5, ad basin semicellularum infra tumorem basalem serie granulorum singula exornata.

Long. = 41·8 μ, lat. = 37·4 — 41·8 μ, lat. isth. = 11 μ, lat. apic. = 15·4 — 17·6 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw ad ripas sphagnosas. (13. VII. 1899).

138. *C. ornatum* Ralfs, Brit. Desm., tab. XVI, fig. 3.

Long. = 37·4 μ, lat. = 37·4—40 μ, isth. = 13 μ, apex = 15·4 μ.

Verrucae in medio semicellularum in nostris speciminibus concentrice ordinatae sunt.

Hab. in lacu Toporowy staw inter Sphagna.

139. *C. sublobulatum* nov. spec. Tab. nostr. VIII, fig. 34.

C. paulo longius quam latius medio profunde constrictum sinu angustissimo demum subampliato; semicellulis semicirculari-trapezicis, apice truncatis et minute crenatis, lateribus 4—5 crenatis; e vertice spectatis ellipticis, medio utrinque tumore 3-crenato praeditis. Membrana concentrice punctata. Pyrenoides singuli.

Long. = 27·5 μ, lat. = 22 μ, apex = 13 μ, isth. = 7·7 μ, crass. = 13 μ.

Species nostra a *C. lobulato* Schmidle, Beitr. zur Algenfl. d. Schwarzwaldes u. d. Rheinebene, pag. 104, tab. IV, fig. 19—21 praeter dimensiones minores et apices crenatos pyrenoidibus singulis abhorret.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa submersa. (4. VIII. 1899).

140. *C. Kjellmanii* Wille *) *grande* Nov. Semlj., tab. XXX, fig. 33, for. *minor* Gutw. Flor. alg. agr. Leopol., pag. 61, tab. II, fig. 28.

Long. = 41·8 μ, lat. = 37·4, isth. = 13·2 μ, ap. = 15·4 μ.

Hab. in lacu Morskie Oko. (9. VIII. 1900).

141. *C. tricrenatum* (Boldt.) Gutw. = *C. Boldtianum* Gutw. Flora alg. agri Tarnopoliensis, pag. 56 [100] Tab. III, fig. 36.

Long. = 31 μ, lat. = 22 μ, isth. = 14 μ; crass. = 18 μ.

Hab. ad saxa in rivulo vallis appellatae „Ku Dziurze". 7. VIII. 1903.

142. *C. tatricum* Rac.

Hab. in rivulo prope fontes infra deflexionem iugi, quae Tomanowska przełęcz dicitur, inter montem Krzesanica et Tomanowa Polska. (Rac. Pam. X. 78).

143. *C. Pokornyanum* (Grun.) West. Journ. of Bot. 1900, pag. 292 [= *E. Pokornyanum* Grun., *E. binale* var. *angustatum* Wittr., *E. polare* Nordst.. *C. angustatum* (Wittr.) Nordst.] Tab. nostra VIII, fig. 39.

Hab. in valle Strążyska in catarracta Siklawica [(Rac. Pam. XVII. 85) atque auctor], nec non in Zakopane prope Koziniec.

144. *C. pardalis* Cohn, Desm. Bongoens. pag. 9, tab. XI, fig. 8, Gutwiński, De algis a Racib. in Java... pag. 600, tab. XXXIX, fig. 52.

Long. = 55 μ, lat. = 48·4 μ, isth. = 17·6 μ; crass. = 22 μ.

Hab. in Toporowy staw inter Sphagna.

145. *C. homalodermum* Nordst.. De-Toni, Sylloge, pag. 1043.

Long. = 64 μ — 66 μ; lat. = 55 μ — 57 μ!; isth. = 19·8 μ; lat. apic. = 18 μ — 24 μ; crass. corporis = 31 μ.

Observatio: *Pyrenoides singuli!*

Hab. in lacu dicto Dwoisty staw in valle, quae „Gąsienicowych stawów" appellatur; in lacu Morskie Oko in aqua defluenti ex lacu 9. VII. 1900; locis uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis. 11. VIII. 1899.

146. *C. tiroliense* nobis (= *C. nasutum* Nordst. var. *euastriforme* Schmidle, Beitr. z. alpinen Algenflora, pag. 25, tab. XVI, fig. 2) Tab. nostr. VIII, fig. 35.

Cosmarium profunde sinu lineari angustissimo constrictum; semicellulis subsemicircularibus, angulis inferioribus rectis, lateribus inciso tricrenatis, apice subprotracto medio late excavato, utroque angulo superiore acuto subgranulato. Membrana concentrice et ra-

diatim verrucis ornata. in medio semicellularum verrucae 3 maiores et infra eas ad isthmum verrucae binae. Cellulae e latere visae rectangulares ad angulos superiores crenatae. e vertice spectatae ellipticae. medio utrinque paulo tumidae. bi-tricrenatae. ad polos crenatae. Pyrenoides singuli.

Long. = 30 μ — 35·2 μ — 37·4 μ. lat. = 25 μ — 28·6 μ — 30·8 μ, isth. = 11 μ, crass. = 15·4 μ — 16 μ.

Species haec *C. aspero* West proxima videtur.

Hab. in lacu Dwoisty staw appellato nec non inter Sphagna in lacu Czarny staw Gąsienicowy. (15. VII. 1899).

147. *C. subpunctulatum* Nordst. Alg. of N. Zeal. and Austral., pag. 47, tab. V, fig. 8.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa submersa. ubi aqua ex lacu defluit. 9. VII. 1900.

forma formae in Börgesen Bornholms Desmid.. pag. 144. tab. VI, fig. 4. delineata proxima. Tab. nostr. VIII, fig. 37.

Long. = 26·4 μ. lat. = 25·3 μ, isth. = 8·8 μ, crass. = 16·5 μ.

Hab. ad saxa in lacu Morskie Oko. 4. VIII. 1899.

148. *C. staurastriforme* nov. spec. Tab. nostr. VIII, fig. 27.

Cosm. aeque longum ac latum aut parum longius quam latius, medio profunde sinu acutangulo mox valde ampliato constrictum. Semicellulae transverse ellipticae. apice truncatae vel retusae. ad margines laterales acute dentatae. Semicellulae e vertice visae elliptice-lenticulares. e latere spectatae circulares. Membrana ad angulos verrucis acutis ornata, ceterum laevis vel subtiliter punctata. Verrucae et puncta in series verticales ordinata sunt. Pyrenoides singuli, chlorophora axilia quadriradiata.

Long. = 30·8 — 28·6 μ, lat. = 28·6 μ, isth. = 9—11 μ; crass. = 15·4 μ — 17·6 μ.

Hab. in lacubus Sobków staw Gąsienicowy et Zielony staw Gąsienicowy (22. VII. 1899). locis uvidis supra lacum Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (16. VIII. 1899). in lacu Morskie Oko ad saxa, ubi aquae ex lacu defluunt (9. VII. 1900).

Gen. Arthrodesmus Ehrenb. 1836.

149. *A. Incus* (Bréb.) Hass.. Ralfs. Brit. Desm.. tab. XX. fig. 4.

Hab. in lacubus Morskie Oko et Toporowy staw.

150. *A. trispinatus* West. Tab. nostra VIII, fig. 40.

Hab. in lacu Toporowy staw.

Gen. Euastrum Ehrenb. 1831.

151. *E. erosum* Lund. var. *notabile* W. West, Alg. of Engl. Lake District., pag. 11, tab. IX, fig. 17.

for. *intermedia* nov. for. Tab. nostra VIII, fig. 40*.

Forma medium inter typum et *ornatum* Gutw., De nonnullis alg. novis (1896), pag. 26 [58], tab. VII, fig. 62, tenens.

Long. = 37·4 μ, lat. = 24·2 μ, isth. = 7·7.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy dicto. 22. VII. 1899.

152. *E. crassicolle* Lund, Desm. Suec. tab. II, fig. 8.

Long. = 29—31 μ, lat. = 15—18 μ, isth. = 6·6—8·8 μ, apex = 8·8—11 μ.

Hab. inter saxa in aqua ex lacu Długi (Kuklaty) staw supra lacum Kurtkowiec dictum defluenti (22. VII. 1899 legi ipse); in lacu „Przedni staw“ Quinque Polonicorum stagnorum (9. VIII. 1902 leg. prof. I. Król).

var. *dentiferum* Nordst., Desm. arctoae, pag. 31. tab. VIII, fig. 32.

Long. = 30·8 μ, lat. = 15·4 μ, isth. = 8·8 μ, apex = 11 μ, crass. = 12 μ.

Hab. locis uvidis muscosis ad Antołówka. 6. VIII. 1903.

var. *minus* Rac.

Hab. prope catarractam Siklawa. (Rac. Pam. X. 91).

153. *E. binale* (Turp.) Ralfs l. c., tab. XIV, fig. 8 c. d.

Hab. in valle Quinque Polonicorum stagnorum in aquis defluentibus supra lacum Czarny staw; in lacu Czarny staw supra lacum Morskie Oko sito; in lacu Toporowy staw; locis uvidis in silva ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad locum Roztoka ducentis prope locum Capówka.

var. *papilliferum* nov. var. Tab. nost. VIII, fig. 41.

Varietas 1·14—1·24 longior quam latior, sinu angustissimo lineari, semicellulis trilobis, lobo polari a lateralibus incisura acutangula vel obtusangula discreto, in margine apicali obtusangulatim inciso, angulis et superioribus et inferioribus in papillam productis, lateribus loborum basalium retusis. Semicellulae e latere visae basi valde tumidae, e vertice spectatae media inflatione truncata paulullo inflexa.

Membrana glabra vel ad margines indistincte granulata.

Long. = 22—19·8 μ, lat. = 17·6 μ, ist. = 6·6—7·7 μ, lob. apic. lat. = 14 μ; crass. = 13·2 μ.

Hab. in lacubus: Sobków staw et Zielony staw Gąsienicowy (22. VII. 99), Wielki staw in valle 5-Polonicorum lacuum.

154. *E. montanum* W. et G. S. West, Freshw. Alg. fr. the Orkneys and Shetlands 1904. pag. 17. tab. I, fig. 11., 12.

Long. = 28·6 μ, lat. = 22 μ, isth. = 6·6 μ, apex = 13·2 μ, crass. = 15·4 μ.

Hab. ad saxa aquis decurrentibus irrorata ad viam iuxta cataractam Siklawa ad locum Roztoka ducentem 16. VIII. 1899.

155. *E. oblongum* (Grev.) Ralfs l. c. tab. XII. fig. c.

Hab. in lacu Dwoisty staw in valle „Gąsienicowych stawów"; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito: locis uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentis.

var. *oblongiforme* (Cram.) Rbh., Racib. De nonn. Desm. in Pol. pag. (37) tab. IV. fig. 13.

Hab. in declivitate Toporowa Cyrhla cum typo.

156. *E. pinnatum* Ralfs var. *intermedium* Rac.

Hab. prope lacum Toporowy staw [Rac. Pam. X. 93.].

157. *E. humerosum* Ralfs l. c. tab. XIII. fig. 2.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska.

158. *E. insigne* Hassall.

var. *simplex* Rac.

Hab. in lacu Toporowy staw. [Rac. Pam. X. 92.]

var. *montanum* Racib., Opisy now. Desm. pag. 36 tab. XIII. fig. 1.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy et in turfosis in silva inter valles: Pańszczyca et Sucha Woda. Prope Toporowy staw. [Rac. Pam. X. 92.].

159. *E. Didelta* (Turp.) Ralfs l. c. tab. XIV. fig. 1.

Hab. locis uvidis in Antołówka; in lacubus: Sobków staw Gąsienicowy et Czarny staw supra Morskie Oko: locis uvidis muscosis ad viam „Clotildae" inter Westerowo et Hagi Wyżne.

var. *tatricum* Rac. De non. Desm. tab. XIII. fig. 3.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska. In Toporowy staw. [Rac. Pam. X. 92.].

for. *scrobiculata* Nordst. Schmidle. Alp. Alg. pag. 28. tab. XVI. fig. 6. et tab. XVII. fig. 12, 13, 14.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy; in lacu Wielki staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król.) et in lacu Szczyrbskie dicto.

160. *E. dideltoides* (Racib.) W. and G. S. West, The Freshw. Algae of Ceylon pag. 147. tab. XIX. fig. 12. [*E. quadriceps* Nordst. f. *dideltoides* Racib. Desm. zebr. przez Ciastonia w podróży naokoło ziemi. pag. 379. tab. II. fig. 31.].

Long. = 88 μ, lat. = 44 μ, apex = 22 μ, isth. = 15·4 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw ad turfosas ripas.

161. *E. ansatum* Ralfs, Brit. Desm. tab. XIV. fig. 2.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis; in lacu Sobków staw; in lacu Dwoisty staw; in srobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum stagnorum; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito: in lacu Toporowy staw; locis muscosis uvidis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad Roztoka; in lacu Szczyrbskie.

162. *E. sinuosum* Lenorm., Ralfs, tab. XIV. fig. 3. sec. West l. s. c. pag. 148. (= *E. circulare* Ralfs l. c. tab. XIII. fig. 5 a—d).

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy et in lacu Szczyrbskie appellato.

163. *E. rostratum* Ralfs, l. c. tab. XIV. fig. 6.

Hab. in lacubus: Dwoisty staw et Morskie Oko.

164. *E. divaricatum* Lund. var. *montanum* Rac.

Hab. prope lacum Toropowy staw. [Rac. Pam. X. 94.].

165. *E. elegans* (Bréb.) Kuetz., Ralfs l. c. tab. XIV fig. 7 et 7 b.

Hab. in lacubus: Dwoisty staw et Toporowy staw.

166. *E. amoenum* Gay, Conjug. tab. I. fig. 7. et Ralfs l. c. tab. XIV. fig. 8. f. (sub *binale*).

Hab. in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Morskie Oko, Toporowy staw, Szczyrbskie.

167. *E. scitum* W. West Alg. of Ireland pag. 141. tab. XXIV. fig. 13.

Hab. in lacubus: Morskie Oko, Czarny staw supra Morskie Oko; Toporowy staw.

Observatio: *In lacu Toporowy staw inveniuntur praeter typica specimina 39·6 μ — 42 μ longa, 31 μ lata, isth. = 11 μ lato, 17·6 μ crassa, quae in aspectu verticali medio utrinque prominentiam rectangularem minutam praebent. Pyrenoides semper* singuli.

Gen. Micrasterias Ag. 1827.

168. *M. Rabenhorstii* Kirchn. var. *tatrica* Rac.

Hab. in paludosis prope Zakopane. [Rac. Pam. XVIII. 106.].

Gen. Staurastrum Meyen 1829.

169. *S. dejectum* Bréb., Ralfs l. c. tab. XIX. fig. 5. Wolle Desm. tab. XL. fig. 21.

Hab. in lacubus: Toporowy staw et Szczyrbskie.

var. *patens* Nordst. Alg. of New Zeal. pag. 39. tab. IV. fig. 16.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa in aqua ex lacu decurrenti.

170. *S. laniatum* Delpon., Desm. subalp. pag. 135. tab. X. fig. 22.

Hab. in Toporowy staw.

171. *S. furcatum* (Ehrenb.) Bréb. for. *montanum* Rac.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska. [Rac. Pam. X. 88.].

172. *S. senarium* (Ehrenb.) Ralfs for. *tatricum* Rac.

Hab. prope lacum Kurtkowiec [Rac. Pam. X. 88.].

173. *S. denticulatum* (Naeg.) Archer., Naeg., Einz. Alg. tab. VIII. fig. C. 3.

Long. 33 μ, lat. sine spin. = 33 μ, isth. = 11 μ.

Hab. ad saxa in aqua decurrenti ex lacu Morskie Oko.

174. *S. subbrebissonii* Schmidle, Alg. a. d. G. d. Oberrheins pag. 554. tab. XVIII. fig. 15.

var. *hexagonum* nov. var. Tab. nostr. VIII. fig. 42.

Varietas typo maior; semicellulis evidentissime hexagonis, lateribus semicellularum parum concavis, apice rotundato vel truncato. Membrana spinis densius obsita, inter spinas epunctata. Semicellulae e vertice spectatae quadrangulares lateribus subconcavis.

Long. = 88 μ, lat. s. ac. = 77, cum acul. = 88, isth. = 26 μ.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy 22. VII. 1899.

175. *S. teliferum* Ralfs, l. c. tab. XXXIV. fig. 14.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum stagnorum.

var. *tatricum* nov. var. Tab. nostra VIII. fig. 43.

Varietas maxime quoad dispositionem spinarum varietati *ordinatae* Böerges., Ferskv. fra Östgrönland pag. 27. tab. II. fig. 23 b., c. affinis, differt autem magnitudine, semicellulis elliptice-trapezicis, membrana praeter aculeos punctis exornata.

Long. s. acul. 46·2—48·4, lat. s. acul. 41·8 μ, isth. = 13·2—15·4 μ, crass. s. ac. = 33 μ, long. aculeorum = 6·6—8·8 μ.

Hab. in turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum (16. 8. 99.) et ad ripas turfosas lacus Toporowy staw (13. VII. 99.).

176. *S. rugulosum* Bréb. in Ralfs, Brit. Desm. tab. XXXV. fig. 19.

Hab. in lacu Dwoisty staw et Czarny staw Gąsienicowy et locis uvidis muscosis in silva prope Koziniec.

177. *S. Csorbae* nov. spec. Tab. nostr. VIII. fig. 44.

Staurastrum aeque longum ac latum, sinu angusto lineari constrictum; semicellulis trapezicis angulis inferioribus rotundatis margine apicali leniter retuso; membrana praeter basin et apicem semicellularum aculeata. Semicellulae e vertice visae triangulares, angulis late rotundatis, lateribus in medio concavis, aculeis aequaliter dispositis.

Long. = lat. = 24·2 μ; isth. = 8·8 μ.

Hab. in lacu Szczyrbskie 13. VIII. 1903.

Staurastrum nostrum *Staurastro Arnelii* Boldt apud W. et G. S. West, Notes on Freshw. Algae II Journal of Botany 1900. pag. 297. tab. 412. fig. 15—18. non dissimile, ab eo tamen dimensionibus, incisurâ medianâ, formâ marginis apicalis cellulae e fronte visae, lateribus magis concavis, angulis obtusius rotuntatis in cellulâ e vertice adspectâ, atque dispositione aculeorum valde abhorret.

178. *S. trapezicum* Boldt, Studier pag. 33. tab. II. fig. 46.

Hab. locis uvidis graminosis in Antołówka.

var. *campylospinosum* Schmidle, Schwarzwald (1895) pag. 81. tab. I, fig. 25.

Long. sine acul. = 74—77, cum acul. = 83—85 μ.

Lat. „ „ = 57—62, „ „ = 66—70 μ.

Isth. = 15·4 μ — 17 μ, apex = 22 μ.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy, 22. VII. 1899.

179. *S. saxonicum* Bulnh., De-Toni, Sylloge pag. 1173.

Hab. ad saxa submersa ad dextram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw ducentis et in Morskie Oko.

180. *S. trachynotum* West var. *annulatum* West, Alg. of W. Ireland pag. 176. tab. XXIV. fig. 16.

Hab. in lacu Przedni staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król.).

181. *S. orbiculare* (Ehrenb.) Ralfs, Delponte, Desm. subalp. tab. X. fig. 8.

Hab. in lacu Toporowy staw.

182. *S. pygmaeum* Bréb.

Hab. in fonte supra lacum Zmarzły staw ad viam in deflexionem iugi „Zawrat“ sito.

for. *maius* Wille, Fra. nov. Semlj. tab. XIII. fig. 54—55.

Hab. in lacu Wielki staw Quinque Polonicorum stagnorum in aqua ducurrenti (leg. prof. I. Król).

183. *S. incospicuum* Nordst. var. *abbreviatum* Rac. Desm. Polon. pag. 31. tab. XII. fig. 9.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska ad ripas turfosas et in turfosis in ripis lacus.

Prope Zakopane. [Rac. Pam. X. 87.].

184. *S. varians* Racib. De nonnul. Desm. pag. (30). tab. XII. fig. 1.

Long. = 33 μ — 42 μ, lat. = 29 μ — 40 μ, isth. = 9—15 μ. crass. = 18 μ.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy. in aquis defluentibus inter saxa granitica. quae inter lacum Sobków staw et Zielony staw Gąsienicowy inveniuntur; in aquis defluentibus ad lacum Czarny staw supra Morskie Oko situm.

var. *cosmarioides* Rac., var. *trigonum* Rac. et var. *tetragonum* Rac.

Hab. prope lacum Kurtkowiec. [Rac. Pam. X. 86.].

forma *truncata* nov. forma. Tab. notra VIII. fig. 45.

Forma aeque longa ac lata. semicellulis dorso truncatis. angulis lateralibus magis acutatis, isthmo latiore.

Long. 33 μ = lat.; isth. 14 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw ad ripas inter Sphagna 13. VII. 1899.

185. *S. muricatum* Bréb., Ralfs l. c. tab. XXII. fig. 2. Nordst., Bornh. pag. 203—205. tab. VI. fig. 22.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy atque in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska.

forma *tatrica* nov. for. Tab. nostr. VIII. fig. 46.

A typo differt muricibus maioribus in summa fronte evanescentibus.

Long. = 44 — 46 — 52·8 μ, lat. = 37 μ, isth. = 10 — 15·4 μ; crass. = 33 μ, long. muricum (aculeorum) = 2·2 μ.

Hab. in lacu, qui Sobków staw dicitur (22. VII. 1899).

186. *S. punctulatum* Bréb., Ralfs l. c. tab. XXII. fig. 1.

Hab. locis graminosis muscosis aqua defluenti irroratis in silva prope collem Koziniec. in declivitate loci Toporowa Cyrhla. prope locum Capówka; ad saxa in rivulo vallis. quae „Ku Dziurze“ dici-

tur; in lacubus: Długi (Kuklaty) staw. Sobków staw et Zielony staw Gąsienicowy; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch, in aquis defluentibus supra Czarny staw; in lacu Morskie Oko; in lacu Toporowy staw; in parvis rivulis rivo Poduplazki dicto in valle „Białej Wody" affluentibus; in magna catarracta rivi Kolbach et in lacu Szczyrbskie.

var. *Kjellmanii* Wille, Nov. Semlja tab. XIII. fig. 50—53.

Hab. in aqua defluenti inter lacus Sobków et Zielony staw Gąsienicowy; ad saxa granitica in rivo rapide fluenti in valle, quae dicitur Waksmundzka, et in rivo ad montes Miedziane supra Morskie Oko; in saxis submersis loco, ubi aquae ex lacu Morskie Oko decurrunt; in lacubus ad montem Mnich.

var. *subrugulosum* Rac., Desm. pol. tab. XII. fig. 13.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

187. *S. amoenum* Hilse.

Hab. in lacu Przedni staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król.); inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy.

subsp. *acanthophorum* Nordst., Tyrol et Ital. pag. 43. tab. VIII. fig. 19.

Long. = 37·4 μ, lat. bas. = 19·8 μ, lat. ap. = 24—26 μ. isth. = 15·4 μ.

Hab. locis graminosis muscosis aqua defluenti irroratis in silva propre collem Koziniec.

var. *brasiliense* Boerg., West, Alg. of Ireland tab. XXIII. fig. 9.

Hab. in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito.

var. *intermedium* nov. var. Tab. nostr. VIII. fig. 47.

Varietas 44 μ longa, 22 μ lata, 19·8—22 μ crassa, isthmo 13·2 μ lato, habitu var. *acanthophoro* simillima, sed aspectu semicellularum verticali basalique facile dignoscitur. Semicellulae ex ipsa basi spectatae *St. pileolatum* var. *cristatum* Lütkem. in mentem revocant; verrucae tamen basales maiores, acutiores atque aculei parvi membranam ornantes varietatem nostrem magis affinem *St. amoeno* esse demonstrant.

Hab. ad ripas turfosas lacus Toporowy staw (13. VII. 1899); locis uvidis in Antołówka; inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy; in lacubus: Sobków et Zielony staw Gąsienicowy; ad saxa aqua defluenti irrorata ad viam iuxta catarractam Siklawa ad Roztoka ducentem.

188. *S. pileolatum* Bréb., Ralfs l. c. tab. XXV. fig. 22.

var. *cristatum* Lütkem., Attersee pag. 566. tab. IX. fig. 16.

Long. = 35—40 μ. lat. = 17·6 — 19·8 — 22 μ. isth. = 15·4 — 16·4 μ. apex = 17·6 μ.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy 20. VI. et 15. VII. 1899.

189. *S. Meriani* Reinsch. Algenfl. tab. XII. fig. 1. (*S. hexagonum* Racib., De nonnul. Desm. novis [1885] tab. XII. fig. 3.).

Hab. in lacu Przedni staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król): locis graminosis muscosis aqua defluenti irroratis in silva prope collem Koziniec.

190. *S. alternans* Bréb. (*S. tricorne* Ralfs l. c. tab. XII. fig. 11.).

Hab. ad saxa immersa in lacu Morskie Oko. ubi aqua ex lacu decurrit; in lacu Toporowy staw.

191. *S. basichondroides* nov. sp. Tab. nostr. VIII. fig. 48.

Staurastrum 1·7 longius quam latius, semicellulis elliptice-hexagonis. angulis acute rotundatis, isthmo subelongato glabro, ad basin semicellularum serie granulorum horizontali ornato: membrana semicellularum seriebus granulorum longitudinaliter dispositis ornata. E vertice trigonum, lateribus fere rectis.

Long. = 35·2, lat. = 9·8, isthm. = 12 μ.

Hab. in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska. 10. VIII. 1900.

Species inter *St. Kjellmani* Wille et *St. alternans* var. *basichondrum* Schmidle medium tenens.

192. *S. dilatatum* Ehrenb., De-Toni l. c. pag. 1193.

Hab. locis uvidis prope locum Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad locum Roztoka dictum ducentis; in lacubus: Morskie Oko et Szczyrbskie.

193. *S. subdilatatum* West. Alg. fr. Centr. Africa tab. CCCLXI. fig. 16. pag. (in Separat.) 4.

Long. = 35·2, lat. = 33 μ; isth. = 13·2.

Hab. locis muscosis aquis defluentibus irroratis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis

194. *S. Borgeanum* Schmidle. Pite Lappmarks Süsswass. pag. 60. tab. III. 7 et 16.

var *tatricum* nov. var. Tab. nostr. VIII. fig. 49.

Varietas habitu formae *minori* Schmidle l. c. proxima, processibus autem magis protractis. semicellulis e fronte visis granulis in

series geminatas ordinatis et ad basin denticulis 4 conspicuis nonnunquam emarginatis diversa. E vertice visa triradiata.

Long. = 39·6 μ, lat. = 46·2 μ; isth. = 11—12 μ.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa, ubi aquae ex lacu defluunt. 9. VIII. 1900.

W. West et G. S. West *Staur. Borgeanum* Schmidle *St. proboscideo* Arch. subjungere voluerunt (Cfr. Freshwat. Alg. fr. the Orkneys and Shetlands pag. 28. Nr. 237.), sed diagnosis apud De-Toni atque figurae in Ralfs, Brit. Desm. tab. XXIII. fig. 12, cum diagnosi et figuris Schmidlei comparatae, demonstrare mihi videntur, Staurastra haec species proprias esse.

195. *S. alpinum* Racib., Materyały do flory gl. Polski pag. (29) 108., Nowe Desm. pag. (27) 99. tab. VII. fig. 6.

Long. = 33 μ, lat. = 22 μ, isth. = 13 μ.

Hab. ad catarractam „Siklawica" in valle Strążyska 16. VI. 1899. Eodem loco [Rac. Fiz. XXII. 108 et Pam. XVII. 99].

196. *S. decipiens* Rac.

Hab. in lacu Smreczyński staw [Rac. Pam. X. 89].

197. *S. polymorphum* Bréb., Ralfs l. c., tab. XXII, fig. 9.

Hab. inter Sphagna in ripis lacus Czarny staw Gąsienicowy; in lacu Toporowy staw et ad saxa in lacu Morskie Oko, ubi aquae ex lacu decurrunt.

198. *S. gracile* Ralfs, var. *nanum* Wille.

Hab. in lacu Toporowy staw. (Rac. Pam. X. 89).

199. *S. paradoxum* Meyen. Ralfs, l. c., tab. XXIII, fig. 8.

Hab. in lacu Toporowy staw inter Sphagna.

200. *S. margaritaceum* Ehrenbg., Ralfs l. c., tab. XXI, fig. 9, a.

Hab. in lacubus: Sobków et Czarny staw Gąsienicowy.

var. *alpinum* Schmidle, Berner Alpen, tab. VI, fig. 5.

Hab. in lacu Dwoisty staw et in parvis rivulis rivo Poduplazki affluentibus in valle, quae Białej Wody appellatur; in lacu Zielony staw Gąsienicowy (long. = 31 μ, lat. = 26·4—28·6 μ, isth. = 11—13·2 μ; crass. = 22; forma quadriradiata).

201. *S. sexcostatum* Bréb., var. *truncatum* Racib. De nonnull. Desm., pag. 29, tab. XII, fig. 14.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

202. *S. tetracerum* (Kuetz.), Ralfs l. c., tab. XXIII, fig. 7.

Hab. in lacu Toporowy staw.

Class. **Bacillarieae** Nitzsch. 1817.
Ordo **Rhaphideae** H. L. Smith 1872.
Fam. **Naviculaceae** (Kuetz. 1844) Heib. 1863.
Gen. **Navicula** Bory 1822.

1. *N. nobilis* (Ehrenb.) Kuetz.

Hab. in valle Olczyska locis uvidis muscosis; loco a Szmeks 2·5 *km* occidentem versus distanti; in valle Mięgoszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum. (Schum. Z. B. V. 1867. 70).

2. *N. maior* Kuetz., V. H. Syn. tab. V, fig. 3—4.

Hab. in pratis humidis in Zakopane (Kasprusie) ad ostium vallis Strażyska; in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy; in lacu Mały staw Quinque Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko ad saxa submersa, ubi aquae ex lacu decurrunt; ad saxa aquis defluentibus irrorata supra viam in ripa lacus Morskie Oko ad lacum Czarny staw ducentem sita; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko; in stagnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae „Wrota Chałubińskiego" dicitur; in parvis rivulis, qui rivo Podupłazki in valle Białej Wody affluunt; in lacu Toporowy staw; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla; in valle Olczyska; — in rivulis vallis, quae Ciemnosmreczyńska vocatur. Loco 2·5 *km* a Szmeks orientem versus distanti. in valle Mięguszowiecka. (Schum. l. c. 70).

3. *N. viridis* (Nitzsch.) Kuetz., V. H. l. c. tab. V, fig. 5.

Hab. locis uvidis graminosis muscosis in: Antołówka, sub colle Koziniec, ad radicem montis Nosal in Bystre; in valle Kościeliska in fonte „Lodowe" et in lacu „Smreczyński staw" dicto; in valle „Strażyska" in rivulis et in catarracta, quae Siklawica appellatur; in valle „Mała łąka" in uvidis ad rivulum (hic leg. prof. I. Król); in lacubus: Dwoisty staw, Zielony staw et Czarny staw Gąsienicowy; Morskie Oko; ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripis lacus huius ad lacum Czarny staw ducentem; in stagnis et uvidis ad montem Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw (hic leg. prof. I. Król); in parvis rivulis rivo Podupłazki affluentibus in valle, quae „Białej Wody" appellatur; locis uvidis in declivitate loci Toporowa Cyrhla. In fonte Lodowe in valle Kościeliska; prope Szmeks cum ambabus speciebus praece-

dentibus; in valle Mięguszowiecka; in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum. (Schum. l. c. 71).

var. *minor* Cleve, Finl. Diat., pag. 22, tab. I, fig. 2.

Hab. in valle Kościeliska ad ripas turfosas lacus Smreczyński staw dicti; in lacubus: Sobków staw, Dwoisty staw. Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa granitica in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec appellatum et supra lacum Czarny staw in valle Quinque Polonicorum stagnorum; in lacu Toporowy staw.

var. *parallelestriata* Pantoc. forma *stauroptera* Pantoc. Szliaci fos. Bac., pag. 6, tab. I, fig. 16.

Long. = 62 μ, lat. = 13 μ, costae 6·36 in 10 μ.

Hab. locis uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentis.

4. *N. commutata* Grun., Pantocsek, Balaton, pag. 31. tab. III, fig. 52. (*Pin. viridis* (Nitzsch) Kuetz. var. *commutata* Cleve).

Hab. locis uvidis muscosis graminosis prope collem Koziniec et ad radices montis Nosal; in lacubus: Sobków staw et Czarny staw Gąsienicowy, in aqua inter saxa granitica defluenti inter lacus Sobków staw et Zielony staw Gąsienicowy; in aquis ex nivibus prope deflexionem iugi, quae Zawrat dicitur, decurrentibus; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito; in saxis aqua irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in stagnis et uvidis ad Montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego appellatur; in lacu Przedni staw Quinque Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda in turfosis; in valle Strążyska in catarracta, quae Siklawica vocatur.

forma *semicruciata* Grun., Müller, Bac. a. d. Hochs. d. Riesengeb. pag. 82, tab. III, fig. 1.

Hab. in Przedni staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

5. *N. Mágócsyi* Pantoc., Balaton, pag. 31, tab. III, fig. 60.

var. *stauroneiformis* nov. var.

Costae mediâ in parte nullae. Long. = 53—75 μ, lat. = 9—11 μ; costae 6—8 in 10 μ.

Hab. locis uvidis muscosis graminosis ad viam publicam ex Jaszczurówka ad Roztoka ducentem ante locum, qui Capówka vocatur, et ad viam Clotildae dictam inter Westerowo et Hagi Wyżne.

6. *N. hemiptera* Kuetz., Grun., Nav., tab. (2) IV, fig. 20.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco „Hala Gą-

sienicowa" ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis; in lacu Toporowy staw et in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; in valle Mięguszowiecka; in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda (Klein Kolbach). (Schum. l. c. 73).

7. *N. lata* Bréb., Schum., Tatra. tab. IV, fig. 54; V. H. tab. VI, fig. 1., Schmidt Atlas tab. XLV, fig. 5—7.

Long. = 84 μ, lat. = 31—35 μ; costae 3 in 10 μ.

Hab. in lacubus: Sobków staw et Czarny staw Gąsienicowy. Czarny staw supra Morskie Oko. Toporowy staw; in turfosis in silva inter valles: Pańszczyca et Sucha Woda.

In lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda. (Schum. l. c. 73).

8. *N. divergens* (W. Sm.) Ralfs. O. Müller. Riesengb.. pag. 25. tab. III, fig. 9.

Hab. ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko ad lacum Czarny staw ducentem. Prope Szmeks cum *N. nobili;* in valle Mięguszowiecka; in valle Świstowa; in valle Zimna Woda. (Schum. l. c. 70).

var. *elliptica* Grun., A. Schmidt. Atlas, tab. XLIV, fig. 6—7; O. Müller, Riesengb., pag. 25. tab. III, fig. 11.

Hab. in Antolówka (Zakopane) (specimina 108—114 μ longa, 33 μ lata, costis 5·4 in 10 μ); in lacubus: Dwoisty staw, Czarny staw supra Morskie Oko (specimina 106 μ longa. 33 μ lata. costis 5·4 in 10 μ); in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum; in uvidis prope locum Capówka.

9. *N. borealis* (Ehrb.) Kuetz., V. H., tab. VI, fig. 3. Schum., Tatra, tab. IV, fig. 55.

Hab. locis uvidis in Antolówka; in saxis submersis ad sinistram viae ex loco, qui Hala Gąsienicowa dicitur, ad lacum Czarny staw ducentis atque in ipso lacu; in lacubus: Sobków staw et Długi (Kuklaty) staw; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw (hic leg. prof. I. Król); in fonte „Lodowe" supra lacum Zmarzły staw sito; in aquis ex nivibus decurrentibus prope deflexionem iugi, quae Zawrat dicitur; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch, in lacubus: Mały et Przedni staw (leg. prof. I. Król) atque inter saxa granitica in aqua defluenti supra lacum Czarny staw; in sta-

gnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae „Wrota Chałubińskiego" appellatur; ad saxa iuxta viam prope catarractam Siklawa ad locum Roztoka ducentem; in valle Roztoka prope catarractam Mickiewiczii in scrobiculo saxi granitici; in lacu Toporowy staw; locis graminosis muscosis uvidis ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis prope locum Capówka.

Prope Szmeks cum *N. nobili*; in valle Biała Woda; in valle Mięguszowiecka; in lacubus Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum; in vallibus Świstowa et Wielka atque Zimna Woda. (Schum. l. c. 74).

10. *N. sublinearis* Grun. in V. H., tab. VI, fig. 25, 26.

Hab. cum specie antecedenti prope Capówka.

11. *N. Brebissonii* Kuetz., V. H. tab. V, fig. 7. A. Schmidt, Atlas tab. XLIV, fig. 17, O. Müller, Riesengeb., tab. III, fig. 4.

Hab. cum antecedentibus prope Capówka; in lacu Toporowy staw; in lacubus: Czarny staw supra Morskie Oko; in Przedni et Wielki staw Quinque Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król), in Zielony staw Gąsienicowy (hic specimina 103! μ longa, 24 μ lata, striis 5·4—6·3 in 10 μ observavi); in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle Quinque Polonicorum stagnorum; in aquis inter saxa defluentibus supra lacum Kurtkowiec; ad viam ex loco, qui Hala Gąsienicowa dicitur, ad Czarny staw ducentem; in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska. In lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum. (Schum. l. c. 74).

var. *subproducta* V. H. tab. V, fig. 9.

Hab. in lacu Morskie Oko, in stagnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego appellatur; in lacu Toporowy staw.

var. *diminuta* Grun., V. H., tab. V, fig. 8: Pant., Balaton, pag. 33, tab. XVII, fig. 376.

Hab. cum var. antecedenti ad montem Mnich; in rivulis rivo Podupłazki in valle Białej Wody affluentibus; locis uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka in locum Roztoka ducentis atque ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

var. *angusta* Grun., Nav. tab. (3) V, fig. 18.

Hab. locis uvidis in silva prope collem Koziniec et in stagnis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

12. *N. molaris* Grun., V. H., tab. VI, fig. 20.

Hab. inter saxa granitica in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec dictum; in Mały staw Quinque Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

13. *N. stauroptera* Grun., Nav. tab. (2) IV, fig. 18, V. H., tab. VI, fig. 7.

Hab. locis uvidis prope locum Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis; in fonte „Lodowe" supra lacum Zmarzły staw dictum; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch (specimina 48 μ longa, 6·6 μ lata, striis 10 in 10 μ legi ipse), in lacu Wielki staw (leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko.

var. *parva* Grun., V. H. tab. VI, fig. 6.

Hab. inter saxa granitica in aqua defluenti supra lacum Kurtkowiec; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis; ad saxa submersa in lacu Morskie Oko; locis uvidis graminosis partimque muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla et prope locum Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis. In fonte Lodowe in valle Kościeliska. (Schum. l. c. 76).

14. *N. Tabellaria* Kuetz., A. Schmidt. Atlas. tab. XLIII. fig. 4, V. H. tab. VI, fig. 8.

Hab. in valle Kościeliska in lacu Smreczyński staw; in lacu Sobków staw Gąsienicowy; ad saxa submersa, ubi rivus ex lacu Morskie Oko decurrit.

15. *N. gibba* (Ehrbg.) Kuetz. var. *Peckii* Grun., Nav. (2) IV, fig. 17.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; in lacubus Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum; in vallibus Świstowa et Zimna Woda. (Schum. l. c. 76); var. *maior* in uvidis prope lacum Kurtkowiec; leg. Raciborski. (Gutw. Fiz. XXV, 17).

16. *N. bicapitata* Lagerst. var. *hybrida* Grun., V. H. tab. VI, fig. 9.

Hab. in lacu Mały staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

17. *N. appendiculata* (Ag.) Kuetz., V. H. tab. VI, fig. 18.

Hab. in valle Kościeliska in lacu Smreczyński staw; in lacu Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa granitica in aqua defluenti supra lacum Kurtkowiec; in lacu Toporowy staw. In lacu Mały staw Quinque Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król). Prope

Szmeks cum *N. nobili*; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 69); in catarracta Siklawa et ad saxa prope catarractam in valle 5-Polonicorum stagnorum leg. Raciborski (Gutw. Fiz. XXII. 142).

var. *irrorata* Grun., V. H. tab. VI, fig. 30.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

18. *N. subcapitata* (Greg.) A. Schmidt, Atlas tab. XLIV, fig. 53—56, V. H. tab. VI, fig. 22.

Hab. locis humidis in Antołówka; in valle Kościeliska in lacu Smreczyński staw; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis atque in ipso lacu; inter saxa granitica in aqua defluenti supra lacum Kurtkowiec; in fonte „Lodowe“ supra lacum Zmarzły staw; in lacu Morskie Oko; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in lacubus Przedni staw, Wielki staw (leg. prof I. Król), in scrobiculis supra lacum Zadni staw (legi ipse); in Toporowy staw; locis uvidis ad dextram viae ex Jaszczurówka ducentis in declivitate loci Toporowa Cyrhla et prope locum Capówka. In rivis vallis, quae Ciemnosmreczyńska dicitur; in lacu Szczyrbskie.

var. *Hilseana* Jan., Müller, Bac. a. d. Hochs. d. Riesengeb. pag. 20, tab. III, fig. 14.

Hab. in lacu Toporowy staw.

19. *N. Braunii* Grun., V. H. tab. VI, fig. 21.

Long. = 35 μ, lat. = 7 μ; striae 8—9 in 5 μ.

Hab. locis turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda iuxta „Cicha Woda“.

20. *N. interrupta* W. Sm. forma *biceps* O. Müller, Bac. d. Hochs. d Riesengeb., pag. 20, tab. III, fig. 16.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska.

21. *N. mesolepta* Ehrenb., V. H. tab. VI, fig. 11.

Hab. in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw (leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko ad saxa submersa iuxta ripas atque loco, ubi aqua ex lacu decurrit; in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis prope Capówka. In lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; ad ripam lacus Toporowy staw; in uvidis prope lacum Kurtkowiec leg. Raciborski (Gutw. Fiz. XXII, 142).

var. *thermes* (Ehrb.) V. H. tab. VI, fig. 12—13, Schum., Tatra, tab. IV, fig. 53.

Hab. in uvidis prope Capówka; in lacu Czarny staw Gąsienicowy. In valle Biała Woda; in lacubus Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum; in vallibus: Świstowa, Wielka et Zimna Woda. (Schum. l. c. 77).

var. *producta* Grun., Nav. tab. (2) IV, fig. 22, a.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis, in ipso lacu; in catarracta inter lacus Zmarzły staw et Czarny staw (leg. prof. I. Król); in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch et supra lacum Zadni staw sitis; in lacu Toporowy staw.

var. *stauroneiformis* Grun., V. H. tab. VI, fig. 15.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy cum var. antecedenti. In valle Zimna Woda (Schum. l. c. 74). In Siklawa vallis 5-Polonicorum stagnorum leg. Raciborski (Gutw. Fiz. XXII. 142).

var. *constricta* Grun., Nav. tab. (2) IV, fig. 22 c.

Hab. in lacu Sobków staw et in aqua defluenti inter lacum Sobków staw et Zielony staw Gąsienicowy.

var. *nodosa* (Ehrenb.) Brun., Grun. l. c. tab. IV, fig. 21.

Mills and Philip. The Diat. of the Hull Distr. tab. XVI, fig. 18. A. Schmidt. Atlas tab. XLV, fig. 62—63. Schum., Tatra IV, fig. 49. g. h. (*Nav. nodosa* Ehrenb., Grun. l. c., *Pinnularia nodosa* Ehrenb., Mills and Philip l. c., *Nav. gracillima* Greg., A. Schmidt l. c.).

Hab. in uvidis prope collem Koziniec; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis atque in lacu ipso; inter saxa granitica in aqua defluenti supra lacum Kurtkowiec; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska. Prope Szmeks cum *N. nobili;* in valle Mięguszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 77).

22. *N. Legumen* Ehrenb., V. H. tab. VI, fig. 16.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy loco, ubi aquae ex lacu decurrunt; in valle Kościeliska in lacu Smreczyński staw ad ripas turfosas et in turfosis iuxta lacum sitis. In lacu Czarny staw 5-Polonicorum lacuum; in valle Zimna Woda. (Schum. l. c. 77).

forma *vix undulata* V. H. VI, fig. 17.

Hab. in valle Kościeliska cum typo.

var. *staurophora* Pant., A Szliácsi fin on Andes. Bac. tab. I. fig. 17. Long. = 59 μ, lat. = 11 μ, striae 10 in 10 μ.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

23. *N. zellensis* Grun., Nav. tab. (1) III, fig. 34, a.

Hab. in lacu Toporowy staw; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis. (Hic specimina cum figura 14. in V. H. tab. XII congrua). In uvidis prope Kurtkowiec leg. Raciborski (Gutw. Fiz. XXII, 144).

24. *N. oblonga* Kuetz., V. H. tab. VII, fig. 1. (*N. oblonga* Kuetz. a) *macilenta* Schum., Tatra. tab. III, fig. 46 a).

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in lacubus Czarny staw et Dwoisty staw Gąsienicowy; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch et in aquis defluentibus supra lacum Czarny staw; in lacu Toporowy staw; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla atque prope locum Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis.

Prope Szmeks cum *N. nobili;* in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in vallibus: Biała Woda, Młęguszowiecka, Świstowa, Wielka, Zimna Woda; in lacubus: Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 72). In uvidis prope Kurtkowiec leg. Raciborski (Gutw. Fiz. XXII, 141).

var. *lanceolata* Grun.

Iisdem locis cum typo (Schum. l. c. 72).

var. *acuminata* Grun.

Cum typo (Schum. l. c. 72).

var. *stauroneiformis* Gutw.

Hab. in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 141).

25. *N. peregrina* (Ehrbg.) Kuetz., De-Toni Sylloge 38.

var. *Meniscus* (Schum.) Grun., V. H., tab. VIII, fig. 19.

Hab. in uvidis muscosis ad sinistrum rivulum, qui rivo Olczyski potok affluit. in valle, quae Olczyska dicitur.

var. *Menisculus* (Schum.) V. H. tab. VIII, fig. 21.

Hab. in fonte „Lodowe“ supra lacum Zmarzły staw, qui supra lacum Czarny staw Gąsienicowy situs est.

26. *N. cincta* (Ehrenb.) Kuetz. var. *Heufleri* Grun., Nav. tab. (1) III, fig. 32, V. H. tab. IV, fig. 1 A, tab. VII, fig. 12, 15.

Hab. in pratis uvidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska, in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in lacu

Czarny staw Gąsienicowy; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in Przedni et in Mały staw (leg. prof. I. Król); in uvidis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In lacubus: Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum lacuum; in valle Wielka (Schum. l. c. 68).

27. *N. gracillima* (Pritsch?) Greg. v. V. H.

Hab. prope Szmeks cum *N. nobili;* in valle Męguszowiecka; in lacu Czarny staw 5 Polonicorum stagnorum; in vallibus Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 70).

28. *N. gracilis* Kuetz., V. H. tab. VII, fig. 8.

Hab. locis uvidis iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

29. *N. Semen* Ehrenb.

Hab. in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum. (Schum. l. c. 68).

30. *N. vulpina* Kuetz., V. H. tab. VII, fig. 18.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa submersa iuxta locum, ubi aquae ex lacu decurrunt.

31. *N. radiosa* Kuetz., V. H. tab. VII, fig. 20.

Hab. in uvidis prope collem Koziniec. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska. in rivulo et in catarracta Siklawica eiusdem vallis; in uvidis in ripa rivi in valle Mała Łąka; in pratis humidis muscosis ad radicem montis Nosal in Bystre; ad saxa in rivo rapidissime fluenti in Kuźnice; in valle Olczyska locis uvidis muscosis; in valle Quinque Polonicorum stagnorum in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch; in lacu Morskie Oko et Czarny staw supra eundem lacum sito; in lacu Toporowy staw; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et prope Capówka ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka ducentis.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; prope Szmeks cum *N. nobili* (Schum. l. c. 69). In lacu Smreczyński staw (Gutw. Fiz. XXII, 141).

var. *acuta* (W. Sm.) Grun., V. H. tab. VII, fig. 19.

Hab. in pratis muscosis humidis ad radicem montis Nosal in Bystre; in lacu Mały staw Quinque Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in lacubus: Morskie Oko et Czarny staw, qui superius situs est; in uvidis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In fonte Lodowe cum typo; in vallibus: Biała Woda et Mięguszowiecka (Schum. l. c. 69). In uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 141).

var. *tenella* (Bréb.) V. H. tab. VII, fig. 22.

Hab. ad saxa submersa in rivulo vallis Mała Łąka (leg. prof. I. Król); ad saxa aquis defluentibus irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko posita; in lacu Toporowy staw.

32. *N. viridula* Kuetz., V. H. tab. VII, fig. 25, 26.

Hab. ad saxa submersa in rivulo vallis Mała Łąka dictae (leg. prof. I. Król); in uvidis iuxta rivulum ex sinistra rivo Olczyski potok dicto affluentem in valle Olczyska; in Zielony staw Gąsienicowy; in scrobiculis supra lacum Zadni staw sitis in valle Quinque Polonicorum stagnorum; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; in valle Zimna Woda. (Schum. l. c. 68).

var. *slesvicensis* (Grun.) V. H. tab. VII, fig. 29.

Hab. cum typo in Olczyska, Zielony staw et supra Zadni staw, praeterea in lacu Czarny staw Gąsienicowy et in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum.

33. *N. rhynchocephala* Kuetz., Grun. Nav. tab. (2) IV, fig. 31, b.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in pratis humidis in Kasprusie prope ostium vallis Strążyska; in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; locis uvidis ad sinistram rivi Olczyski potok in valle Olczyska; in lacu Morskie Oko, in saxis aquis defluentibus irroratis iuxta viam in ripa eiusdem lacus et in lacu superius sito, Czarny staw appellato; in stagnis et uvidis ad Montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur. In lacu Szczyrbskie.

Iisdem locis cum *N. viridula* (Schum. l. c. 68).

var. *amphiceros* (Kuetz.) Grun., V. H. tab. VII, fig. 30.

Hab. in lacu Morskie Oko.

var. *rostellata* (Kuetz.) Grun., V. H. tab. VII, fig. 24.

Hab. ad saxa in rivulo vallis Mała Łąka et in uvidis iuxta viam in „Przysłop Miętusi“ (leg. prof. I. Król); in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska atque in catarracta Siklawica eiusdem vallis; locis uvidis muscosis iuxta rivulum, qui ad sinistram rivo Olczyski potok affluit, in valle Olczyska. Locis uvidis iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

var. *brevis* Grun., Nav. tab. (2) IV, fig. 31, c.

Hab. locis uvidis prope Koziniec et in lacu Toporowy staw. In ripis lacus commodum dicti (Gutw. Fiz. XXII, 142).

var. *biceps* (Ehrb.) Grun.

Hab. inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa Polska in rivulo; in uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 142).

var. *elongata* Grun. l. c. tab. (2) IV, fig. 31, a.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa iuxta ripas submersa; in fonte Lodowe in valle Kościeliska.

34. *N. cryptocephala* Kuetz.

var. *lanceolata* Grun., Nav. pag. 527, tab. (2) IV, fig. 28, a.

Hab. in uvidis ad rivum iuxta viam in „Przysłop Miętusi" ducentem in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in pratis in Kasprusie prope ostium vallis Strążyska atque in Siklawica catarracta; in uvidis prope collem Koziniec; in lacu Czarny staw Gąsienicowy et in uvidis vallis Olczyska.

In valle Zimna Woda (Schum. l. c. 68); in uvidis prope lacum Kurtkowiec; in catarracta Siklawa; in rivo inter montes Czerwony Wierch et Tomanowa Polska (Gutw. Fiz. XXII, 142).

var. *rhynchocephala* Grun. l. c tab. (2) IV, fig. 28, b. (*Nav. angustata* W. Sm.).

Hab. cum antecedenti prope Koziniec; in lacubus: Zielony staw Gąsienicowy, Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król) et Morskie Oko; ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko sita.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska, in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 68).

var. *minor* Grun. l. c. tab. (2) IV, fig. 28, c. (*N. exilis* Kuetz. Bacil. tab. IV, fig. 6?) V. H. tab. VIII, fig. 2.

Hab. in uvidis prope Koziniec, in pratis humidis prope ostium vallis Strążyska atque in Siklawica catarracta.

var. *intermedia* V. H. tab. VIII, fig. 10.

Hab. in lacu Przedni staw Quinque Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król).

var.? *pumila* Grun. V. H. tab. VIII, fig. 7.

Hab. ad saxa submersa in aqua rapide fluenti in valle Strążyska iuxta saxum „Jelinekii".

35. *N. angustata* Sm. (non b) *rhynchocephala* Grun.).

Hab. in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 68); in lacu Smreczyński staw (Gutw. Fiz. XXII, 142).

36. *N. hungarica* Grun.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in valle Wielka (Schum. l. c. 76).

37. *N. Gastrum* Ehrenb., V. H. tab. VIII, fig. 27.

Hab. in lacu Morskie Oko.

38. *N. Placentula* (Ehrenb.) Kuetz., De-Toni Sylloge pag. 55.

var. *lanceolata* Grun., Nav. tab. (2) IV, fig. 44.

Hab. in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in lacubus: Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król), Czarny staw supra lacum Morskie Oko et in stagnis atque uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

In fonte Lodowe cum *N. hungarica*; in vallibus: Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 68).

var. *anglica* (Ralfs) Grun. l. c. tab. (2) IV, fig. 43, a. Pant., Balaton pag. 42, tab. V, fig. 109, a.

Hab. locis uvidis iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

39. *N. Carassius* Ehrenb., Grun., Nav. pag. 537, tab. (1) III, fig. 31.

Hab. in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka.

40. *N. dicephala* Ehrenb., Grun., Nav. tab. (2) IV, fig. 45, V. H. tab. VIII, fig. 34.

Hab. in humidis muscosis pratis ad radices montis Nosal in Bystre; in uvidis vallis Olczyska; in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in scrobiculis supra Zadni staw 5 Polonicorum stagnorum sitis; in lacubus Morskie Oko et Czarny staw superius sito; in turfosis in silva inter valles: Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla, atque prope locum Capówka; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska; in lacu Szczyrbskie.

41. *N. lanceolata* Kuetz., V. H. tab. VIII, fig. 16.

Hab. in catarracta Siklawica in valle Strążyska.

In fonte Lodowe socia *N. hungarica* (Schum. l. c. 69); inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa Polska (Gutw. Fiz. XXII, 142).

42. *N. oculata* Bréb. (*N. pelliculosa* (Grun.) Hilse, De-Toni l. c., pag. 89.

Hab. in lacu Morskie Oko.

43. *N. elliptica* Kuetz., V. H. tab. X, fig. 10, Pant., Balaton tab. IV, fig. 100.

Hab. locis uvidis prope Koziniec, in pratis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska et in ipsa valle in catarracta Siklawica; in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in valle Białe ad saxa in rivulo; in pratis muscosis ad radices montis Nosal in Bystre; in uvidis vallis Olczyska; in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla; in uvidis muscosis iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; in vallibus Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 69); in uvidis prope Kurtkowiec. (Gutw. Fiz. XXII. 143).

var. *minor* Rabh. (*N. Parmula* Bréb.).

Hab. in fonte Lodowe cum typo; in vallibus: Mięguszowiecka, Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 69).

var. *cocconeoides* Rabh.

Hab. in fonte Lodowe cum typo (Schum. l. c. 69).

var. *oblongella* (Naeg.) V. H. tab. X, fig. 12.

Hab. cum typo: prope Koziniec, in valle Strążyska in rivulo et in catarracta; atque ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad Czarny staw Gąsienicowy; in lacu Zielony staw Gąsienicowy; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in lacu Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic. leg. prof. I. Król): in aquis defluentibus supra Zadni staw 5-Pol. stagn.; in lacu Morskie Oko; ad saxa aquis irrorata iuxta ripam eiusdem lacus et in lacu superius sito, Czarny staw appellato. In uvidis muscosis iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In valle Mięguszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum lacuum; in valle Świstowa (Schum. l. c. 70).

44. *N. carpathorum* Pant., Beitr. z. Kennt. der foss. Bac. Ung. III; A szliácsi fin. Andes. Bacillariai pag. 9—10, tab. I. fig. 21. (*N. elliptica* Kuetz. var. *grandis* Grun.).

Long. = 70 μ! lat. = 31 μ! costae 9—10 in 10 μ.

Hab. locis uvidis iuxta rivulum rivo Olczyski potok a sinistro affluenti in valle Olczyska.

45. *N. pygmaea* Kuetz., V. H. tab. X, fig. 7; F. W. Mills and R. H. Philip, Diat. of the Hull Distr. tab. XVII, fig. 17.

Hab. in pratis muscosis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska.

46. *N. Tuscula* Ehrenb. (*Stauroneis punctata* Kuetz.).

Hab. ad ripas lacus Toporowy staw. (Gutw. Fiz. XXII. 144).

47. *N. mutica* Kuetz., Grun. Nav. tab. (3) V fig. 16., V. H. tab. X. fig. 17 (var. *Cohnii*).

Hab. in uvidis ad rivum iuxta viam in Przysłop Miętusi in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in scrobiculis supra lacum Zadni staw 5-Polonicorum stagnorum.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Świstowa (Schum. l. c. 69).

var. *producta* Gr. et Cl., V. H. tab. X. fig. 20. A.

Hab. in Czarny staw Gąsienicowy.

var. *quinquenodis* (Grun.) V. H. tab. X. fig. 21.

Hab. in Toporowy staw.

48. *N. microstauron* (Ehrnbg.) O. Meara, De-Toni Sylloge pag. 116. O. Müller, Bac. a. d. Hochs. Riesengeb. pag. 25. tab. III fig. 6.

Hab. in lacubus: Smreczyński staw in valle Kościeliska, Czarny staw supra Morskie Oko et Toporowy staw; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum.

49. *N. fasciata* Lagerst., V. H. tab. XII. fig. 34., De-Toni l. c. pag. 117.

Long. = 29 μ; lat. = 8 μ.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska.

50. *N. Scutum* Schum.

Hab. in fonte Lodowe cum *N. hungarica* (Schum l. c. 70).

51. *N. Kotschyi* Grun., Nav. pag. 538. tab. (2) IV. fig. 12.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy et in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

52. *N. Carassius* Ehrenb.

Hab. in valle Zimna Woda (Schum l. c. 68).

53. *N. ambigua* Ehrnb., Grun. Nav. tab. (2) IV, fig. 33.

Hab. in uvidis prope Koziniec; in lacu Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król.); in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito.

In lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska (Gutw. Fig. 142).

54. *N. sphaerophora* Kuetz., De-Toni l. c. pag. 140.

Hab. in magna catarracta rivi Kolbach.

55. *N. serians* (Bréb.) Kuetz.

var. *minor* Grun., V. H. tab. XII. fig. 8.

Hab. in aquis defluentibus inter saxa supra lacum Kurtkowiec; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska.

var. *minima* Grun., V. H. tab. XII. fig. 9.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy et in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum lacuum.

56. *N. exilis* Kuetz., Grun.. Nav. tab. (2) IV. fig. 20; V. H. tab. XII. fig. 11—12.

Hab. in Zielony staw Gąsienicowy; in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle 5-Polon. stagnorum; in lacu Morskie Oko; in uvidis silvae prope Capówka.

57. *N. latiuscula* Kuetz.

Hab. in valle Zimna Woda (Schum l. c. 75.).

58 *N. limosa* Kuetz., Grun. Nav. tab. (3) V fig. 8. b. et fig. 9. V. H. tab. XII. fig. 21. (*Nav. silicula* Grun.).

Hab. locis uvidis in Antołówka, in valle Olczyska, prope Capówka; ad Siklawica catarractam in valle Strążyska; in lacu Przedni staw 5-Polonic. stagnorum (leg. prof. I. Król.); in lacu Toporowy staw; in stagnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur. In uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 143.).

var. *bicuneata* Grun. Nav. pag 545. tab. (3) V fig. 7.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw.

59. *N. gibberula* Kuetz., Grun., Nav. tab. (3) V. fig. 8, 10., V. H. tab. XII. fig. 19.

Hab. locis uvidis prope Koziniec, in valle Olczyska; ad saxa submersa ad sinistram viae ex Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis et in hoc lacu; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et lacum Czarny staw Gąsienicowy (leg. prof. I Król); in valle 5-Polonicorum stagnorum: in lacu Przedni staw (leg. prof. I. Król); in stagnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

In fonte Lodowe socia *N. Scuto*; prope Szmeks loco 2·5 *km* occidentem versus distanti; in valle Biała Woda; in lacubus: Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum lacuum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 76.).

60. *N. ventricosa* Ehrb., V. H. tab. XII. fig. 24.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

61. *N. inflata* Kuetz., Grun., Nav. tab. (2) IV. fig. 41.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy. In uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 143).

62. *N. bisulcata* Lagerst., A. Schmidt, Atlas tab. XLIX. fig. 1., et 18. F. W. Mills and R. H. Philip, The Diat. of the Hull Distr. tab. XVIII. fig. 5.

Hab. in lacubus vallis Quinque Polonicorum stagnorum: Przedni, Wielki et Mały staw (leg. prof. I. Król); in lacubus: Dwoisty et Zielony Gąsienicowy (specimina 48 μ longa, 11 μ lata), Morskie Oko et Czarny staw superius sito; in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska.

var. *turgidula* Lagerst., De-Toni l. c. pag. 151.

Hab in fonte „Lodowe" supra lacum Zmarzły staw; praeter cellulas rectas observavi specimina, quorum cellulae in aspectu frontali paullulo arcuatae lineisque longitudinalibus crenulatis praeditae erant. Haec specimina 46 μ longa, 8 μ lata ad var. *turgidulam* refero.

63. *N. alpestris* Grun., V. H. tab. XII. fig. 30.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska; in catarracta inter lacus Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy (hic leg. prof. I. Król); in valle 5-Polonic. stagnorum: in lacu Mały staw (leg. prof. I. Król), in aquis defluentibus et in scrobiculis supra Zadni staw; in aquis defluentibus ad saxa iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko sita; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

var. *tatrica* Gutw., Mat. do fl. Gal. Pars II. tab. I. fig. 17.

Hab. in Smreczyński et Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXV. 20).

64. *N. sinuata* Schum., Tatra pag. 77. tab. IV. fig. 50 a.

Hab. in fonte „Lodowe" supra lacum Zmarzły staw sito.

Prope Szmeks loco 2·5 *km* occidentem versus distanti; in vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny- et Wielki staw), Świstowa, Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 77.).

65. *N. Esoculus* Schum., Preuss. Diat. pag. 58. tab. II fig. 52. A. Schmidt, Atlas tab. XLVII. fig. 35, 37.

Long. = 44—58 μ, lat. = 7—8 μ, striae ca 14 in 10 μ.

Hab in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król) et in Morskie Oko.

66. *N. Iridis* Ehrnb., V. H. tab. XIII. fig. 1.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in Zielony staw Gąsienicowy; in Czarny staw supra lacum Morskie Oko; in Toporowy staw; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda.

var. *amphigomphus* (Ehrenb.) V. H.

Hab. in vallibus: Mięguszowiecka. 5-Polon. stagnorum (Czarny et Wielki staw) et Zimna Woda (Schum. l. c. 75); in uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXV. 21).

var. *amphirhynchus* Ehrnb., V. H. tab. XIII. fig. 5.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy.

var. *dubia* (Ehrbg.) V. H., A. Schmidt Atlas tab. XLIX. fig. 7.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum.

Prope Szmeks loco 2·5 *km* occidentem versus distanti; in vallibus: Mięguszowiecka. 5-Polon. stagnorum (Czarny staw), Zimna Woda (Schum. l. c. 70).

var. *affinis* (Ehrbg.) V. H. tab. XIII. fig. 4., A. Schmidt, Atlas tab. XLIX. fig. 4—5 et 23., Grun. Nav. tab. (3) V fig. 2.

Hab. locis uvidis graminosis partim muscosis in silva prope Koziniec. in valle Olczyska; ad saxa submersa ad sinistram viae ex Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw Gąsienicowy; in lacubus Sobków et Dwoisty staw; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum lacuum; in lacubus: Morskie Oko. Toporowy staw; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda. In rivulis vallis Ciemnosmreczyńska dictae.

In lacu Czarny staw 5-Polon. stagn.; in valle Zimna Woda (Schum l. c. 70).

67. *N. firma* Kuetz., De-Toni Sylloge pag. 155

Hab. in lacubus: Sobków et Czarny staw Gąsienicowy.

In fonte Lodowe cum *N. viridi*; prope Szmeks cum *N. Iridis* v. *dubia*; in vallibus: Mięguszowiecka. 5 Polonic. stagnorum (Czarny et Wielki staw). Świstowa. Wielka, Zimna Woda (Schum l. c. 75).

68. *N. Peisonis* Grun., Nav. tab. (1) III fig. 28.

Hab. locis uvidis ad rivum iuxta viam ad „Przysłop Miętusi" in valle Mała Łąka et in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko. In uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII 143).

69. *N. obliquestriata* A. Schmidt. Atlas tab. XLIX fig. 41 et 42. Tab. nostra VIII fig. 50.

Speciem hanc ab A. Schmidt *in fluvio* „Demerara" *lectam, l. s. c. delineatam, postea a nullo diatomologo — ut ex Sylloge* De-Toni *constare videtur — inventam, in duobus lacubus observavi.*

Specimina nostra, quae l. c. delineavi, 44 μ longa, 9 μ lata, ad apices usque ad 2·2 μ angustata, strias 10 in 10 μ sub lenticula olearia 510 $\times$ augente conspicuas praebent.

Hab. in lacubus: Dwoisty staw et Długi (Kuklaty) staw; in uvidis ad lacum Kurtkowiec in valle „Gąsienicowych stawów".

70. *N. Bacillum* Ehrnbg., Grun., Nav. tab. (2) IV fig. 1.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; locis uvidis in valle Olczyska; in valle 5-Polonicorum stagnorum: Przedni et Wielki staw (ubi leg. prof. I. Król.); in stagnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; prope Szmeks cum *N. nobili*; in vallibus: Biała Woda. Mięguszowiecka, Zimna Woda (Schum. l. c. 75); inter montes Czerwony Wierch et Tomanowa Polska (Gutw. Fiz. XXII. 143).

71. *N. bacilliformis* Grun., V. H. tab. XIII. fig. 11.

Hab. in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); locis uvidis muscosis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

72. *N. subhamulata* Grun., V. H. tab. XIII. fig. 14.

Long. = 18, μ lat = 6 μ.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska.

73. *N. Pupula* Kuetz., V. H. tab. XIII. fig. 15.

Hab. in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in uvidis in valle Olczyska; in fonte „Lodowe" supra lacum Zmarzły staw iuxta viam in Zawrat ducentem; in valle 5-Polonicorum stagnorum: lacus Przedni staw (leg. prof. I. Król.).

In lacu Czarny et Wielki staw 5-Polon. stagn.; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 76).

74 *N. subtilissima* Cleve, The Diatoms of Finland pag. 37. tab. II, fig. 15.

Long. = 32·4 μ, lat. = 5·4 μ; apic. = 2·7 μ; striae etiam sub lenticula 1050 $\times$ augenti non conspicuae.

Hab. in Lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Czarny staw in valle 5-Polonicorum stagnorum; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda.

75. *N. cocconeiformis* Greg., V. H. tab. XIV. fig. 1.

Hab. in stagnis et uvidis ad montem Mnich prope deflexionem iugi, quae Wrota Chałubińskiego appellatur.

In valle Mięguszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polon. stagnorum (Schum. l. c. 69).

76. *N. Rostellum* Grun, Nav. tab. (2) IV. fig. 10.

Hab. in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in scrobiculis supra lacum Zadni staw in valle 5-Polonicorum stagnorum (legi ipse) et in Mały staw (leg. prof. I. Król); in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda.

77. *N. laevissima* Kuetz., Grun., Nav. tab. (2) IV. fig. 5.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in uvidis vallis Olczyska et in declivitate loci Toporowa Cyrhla; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito.

78. *N. binodis* Ehrnb., Grun., Nav. tab. (2) IV. fig. 42., Schum. Tatra tab. IV. fig. 60 a.

Hab. in uvidis ad rivum iuxta viam ad „Przysłop Miętusi" in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król). in valle Olczyska. in declivitate loci Toporowa Cyrhla; in lacu Czarny staw Gąsienicowy.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; prope Szmeks cum *N. maiore*; in lacu Czarny staw 5-Polonic. stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 77).

var. *laticeps* Gutw., Bacil. tatrenses pag. 143 (6).

Hab. in catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 143).

79. *N. Seminulum* Grun., Nav. tab. (2) IV. fig. 2. V. H. tab. XIV, 8. 9. A et 10.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska; in uvidis ad rivum iuxta viam ad „Przysłop Miętusi" in valle Mała Łąka (ubi leg. prof. I. Król); ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa ad lacum Czarny staw ducentis; in aquis ex nivibus prope deflexionem iugi Zawrat dictam defluentibus; in scrobiculis supra lacum Zadni staw 5-Polonicorum stagnorum; in saxis aqua irroratis iuxta et supra viam in ripa lacus Morskie Oko; in lacu Toporowy staw. In uvidis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In fonte Lodowe cum *N. viridi*. (Schum. l. c. 76).

80. *N. Atomus* (Kuetz.) Grun., Nav. tab. (2) IV. fig. 6.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy; in scrobiculis supra lacum Zadni staw 5-Polonicorum stagnorum. 16. VIII. 1899; in lacu Szczyrbskie.

In fonte Lodowe cum *N. viridi*; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 70).

81. *N. perpusilla* Grun.

Hab. in fonte Lodowe cum praecedenti; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 76).

82. *N. minutissima* Grun. Nav. tab. (2) IV fig. 3.

Hab. in Toporowy staw; in rivulis vallis dictae Ciemnosmreczyńska.

In valle Biała Woda (Schum. l. c. 76).

83. *N. Rotaeana* (Rabenh.) Grun. Nav. (4) VI fig. 14. sub *Stauroneide*; V. H. tab. XIV. fig. 17.

Hab. in Zielony staw Gąsienicowy et in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in uvidis silvae prope collem Koziniec; in valle Olczyska; in lacu Morskie Oko; in stagnis ad montem Mnich prope Wrota Chałubińskiego; in lacu Toporowy staw.

Gen. Rhoconeis Grun. 1863.

84. *R. trinodis* (W. Sm.) Grun. Nav. tab. (2) IV. fig. 8. sub *Navicula*.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska; in lacubus: Długi (Kuklaty) staw et Czarny staw Gąsienicowy; ad saxa aqua defluenti irrorata supra viam in ripa lacus Morskie Oko

Gen. Stauroneis Ehrenb. 1843.

85. *S. Phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrnb. V. H. tab. IV. fig. 2.

Hab. in uvidis ad rivulum, qui rivo Olczyski potok in valle Olczyska a sinistro affluit.

In vallibus Mięguszowiecka et Zimna Woda (Schum. l. c. 79),

var. *lanceolata* (Kuetz.) Brun.

Hab. prope Szmeks cum *N. maiore*; in vallibus: Biała Woda et Zimna Woda (Schum. l. c. 79).

86. *S. Platystoma* (Ehrenb.) Kuetz.

Hab. in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 77); in uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 144).

87. *S. dilatata* Ehrenb.

Hab. in lacu Czarny staw et in valle Zimna Woda cum praecedenti (Schum. l. c. 78).

88. *S. anceps* Ehrnb. V. H. tab. IV fig. 4—5.

Hab. in uvidis prope Koziniec; ad Kasprusie; in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in uvidis vallis Olczyska;

ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa versus lacum Czarny staw Gąsienicowy ducentis et in hoc lacu atque in lacu Dwoisty staw; in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum; in lacu Morskie Oko 4. VIII 1899 et 1900. atque in lacu superius sito. Czarny staw appellato; in lacu Toporowy staw; ad saxa in rivulo rapidissime fluenti in valle Waksmundzka; in muscosis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla. In uvidis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In fonte Lodowe cum *N. viridi*; in valle Mięguszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polonic. stagnorum; in valle Zimna Woda. (Schum. l. c. 79); ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 144)

var. *linearis* (Kuetz.) V. H. Synops. pag. 69. tab. IV. fig. 8.

Hab. in lacu Czarny staw supra lacum Morskie Oko sito.

In fonte Lodowe cum typo; in vallibus: Mięguszowiecka. 5-Ponicor. stagnorum (Czarny et Wielki staw). Świstowa. Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 78).

var. *amphicephala* (Kuetz.) V. H. Synops. pag. 69. tab IV. fig. 6 et 7.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy et in lacu Szczyrbskie.

89. *S. Heufleriana* Grun. Schum. Tatra tab. IV. fig. 62 a.

Hab. locis aquis defluentibus uvidis in silva ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka prope locum Capówka.

Prope Szmeks cum *N. maiore*; in vallibus: Biała Woda, 5-Ponic. stagnorum (Czarny staw) et Zimna Woda (Schum. l. c. 79).

90. *S. producta* Grun. V. H. tab. IV. fig. 12.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie prope ostium vallis Strążyska; in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król).

Gen. Pleurostauron Rabenh. 1859.

91. *P. acutum* (W. Sm.) Rabenh. V. H. tab. IV. fig. 3.

Hab. in uvidis muscosis in valle Olczyska et in declivitate loci Toporowa Cyrhla; in lacu Toporowy staw.

92. *P. Legumen* (Ehrnbg.) Rabenh. V. H. tab. IV. fig. 11.

Hab. cum antecedenti in valle Olczyska; in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska et ad radicem montis Nosal

in Bystra atque in uvidis prope Koziniec. In fonte Lodowe in valle Kościeliska (Schum. l. c. 79).

93. *P. parvulum* Grun. O. Müller, Riesengeb. tab. III. fig. 7.

Long. = 30 μ lat. = 7 μ.

Hab. in valle 5-Polonicorum stagnorum in aquis defluentibus supra lacum Czarny staw.

Gen. **Schizostauron** Grun.

94. *S. tatricum* (Gutw.) De-Toni.

Hab prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXV. 24).

Gen. **Amphipleura** Kuetz. 1844.

95. *A. pellucida* (Ehrnb.) Kuetz. V. H. tab. XVII. fig. 14—15. Schum. Tatra tab. II fig. 19.

Hab. in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król) et in valle Białe ad saxa in rivulo atque ad saxa in declivitate, quae ad orientem vergit, aquis irrorata.

In fonte Lodowe cum *N. viridi* (Schum. l. c. 57).

Gen. **Pleurosigma** W. Sm. 1853.

96. *P. acuminatum* (Kuetz.) Grun. V. H. tab. XXI. fig. 12.

Hab. in valle Mała Łąka ad ostium vallis inter muscos (leg. prof. I. Król).

97. *P. attenuatum* (Kuetz.) W. Sm.

Hab. in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 144).

Gen. **Scoliopleura** Grun. 1860.

98. *S. alternans* (Schum.) De-Toni (*Navic. alternans* Schum.).

Hab in fonte Lodowe in valle Kościeliska; prope Szmeks cum *N. maiore*; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonic. stagnorum (Wielki staw), Świstowa, Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 72).

Gen. **Colletonema** Bréb. 1849.

99. *C. lacustre* (Ag.) Kuetz. (*C. subcohaerens* Thw.).

Hab. in lacu Czarny staw 5-Polonicorum lacuum (Schum. l. c. 80).

Gen. **Frustulia** Ag. 1824.

100. *F. rhomboides* (Ehrnbg.), De-Toni, Sylloge pag. 277. V. H. tab. XVII fig. 1.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in valle Quinque Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch et in aquis defluentibus supra lacum Czarny staw: in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis muscosis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne; in lacu Szczyrbskie.

In valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 79).

var. *obtusa* Grun. Nav. tab. (3) V fig. 14. b.

Hab. in uvidis ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka prope Capówka.

var. *saxonica* (Rabh.) *Navicula crassinervia* Bréb.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in uvidis in Antołówka; in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka: ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa versus lacum Czarny staw Gąsienicowy et in hoc lacu; in lacubus: Sobków. Zielony. Długi (Kuklaty et Dwoisty staw Gąsienicowy. inter saxa granitica in aquis decurrentibus supra lacum Kurtkowiec et inter lacus Sobków et Zielony staw; in valle 5-Polonicorum stagnorum: in lacubus Przedni. Mały et Wielki staw (leg. prof. I. Król; atque in aquis defluentibus et in scrobiculis supra lacum Zadni- et Czarny staw: ad saxum aquis irroratum iuxta viam supra catarractam Siklawa ad locum Roztoka ducentem; in lacubus: Morskie Oko atque superius sito Czarny staw; in lacu Toporowy staw in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda: in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et prope locum Capówka. In rivulis vallis dictae Ciemnosmreczyńska et in lacu Szczyrbskie.

Prope Szmeks cum *N. maiore*; in vallibus Mięguszowiecka. Quinque Polonicorum stagnorum (Czarny staw) et Zimna Woda (Schum. l. c. 79).

101. *F. bohemica* (Ehrenb.) Rabenh. (*Nav. Polygramma* (Ehrenb.) Schum.

Hab. in valle Wielka (Schum. l. c. 75).

102. *F. vulgaris* (Thwait.) De-Toni. Sylloge pag. 280. (*Schizonema vulgare* Thwait. V. H. tab. XVII. fig. 6).

Hab. in uvidis in valle Olczyska. in declivitate loci Toporowa Cyrhla atque in scrobiculis supra lacum Zadni staw in valle 5-Polonicorum stagnorum.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska (Schum. l. c. 80); in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 144).

103. *F. neglecta* (Thwait.) De-Toni l. c. V. H. tab. XV. fig. 37. Hab. in fossis ad viam inter Bystre et Jaszczurówka atque in lacu Zielony staw Gąsienicowy.

In fonte Lodowe cum specie praecedenti (Schum. l. c. 80).

Gen. **Mastogloia** Thw. 1856.

104. *M. antiqua* Schum.

Hab. in valle Mięguszowiecka, Quinque Polonicorum stagnorum (Czarny staw) et in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 80).

Fam. **Cymbellaceae** (Kuetz. 1844.) Grun. 1860.

Gen. **Cymbella** Ag. 1830.

105. *C. cuspidata* Kuetz.

In valle Quinque Polonicorum stagnorum ad saxa iuxta Siklawa catarractam (Gutw. Fiz. XXII. 144).

var. *naviculiformis* Auersw.

Hab. locis uvidis aqua defluenti irroratis in silva prope Koziniec et in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska; in lacubus: Dwoisty staw Gąsienicowy et Morskie Oko; in parvis rivulis, quae rivo Podupłazki affluunt in valle Białej Wody; locis muscosis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et prope Capówka.

Prope Szmeks cum *Nav. maiore*; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka et Zimna Woda (Schum. l. c. 63.); in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 144).

106. *C. amphicephala* Kuetz. V. H. tab. II. fig. 3.

Hab. in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka.

107. *C. subaequalis* Grun. V. H. tab. III. 2.

Hab. in Siklawica catarracta in valle Strążyska atque ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko ad lacum Czarny staw ducentem.

108. *C. obtusa* Greg. V. H. tab. III. fig. 1. a.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; inter muscos in rivo ad ostium vallis dictae Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in lacu Toporowy staw; in muscosis uvidis iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

109. *C. delicatula* Kuetz. V. H. tab. III. fig. 6. A. Schmidt Atlas tab. LXXI. fig. 54.

Hab. ad saxa in rivulis vallium: Białe et „Ku Dziurze"; in

uvidis muscosis in valle Olczyska; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król).

110. *C. laevis* Naeg. V. H. tab. III. fig. 7., A. Schmidt Atlas tab. X. fig. 23.

Hab. ad catarractam Siklawica in valle Strążyska; ad saxa in rivulo vallis Białe; ad saxa submersa ad dextram viae ex loco Hala Gąsienicowa, prope lacum Czarny staw Gąsienicowy; in scrobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum; in lacu Morskie Oko ad saxa submersa iuxta ripas 4. VIII. 1999 et 9. VIII. 1900.

111. *C. Pisciculus* Greg. (*C. gracilis* var. *levis* Kuetz in V. H. tab. III. fig. 1. B).

Hab. ad saxa in rivulis rapide fluentibus vallium Strążyska et Białe; in uvidis iuxta rivum sitis in valle Mała Łąka (hic. leg. prof. I. Król).

112. *C. affinis* Kuetz. V. H. tab. II. fig. 19.

Hab. ad saxa in rivulo rapide fluenti iuxta saxum „Jelinekii" et ad catarractam Siklawica.

In valle Zimna Woda (Schum. l. c. 64).

113. *C. leptoceras* (Ehrnbg.) Rabh. De-Toni pag. 353. V. H. tab. III. fig. 24.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in uvidis vallis Olczyska; in lacu Morskie Oko.

In fonte Lodowe in valle Kościeliska; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 64)

114. *C. microcephala* Grun. V. H. VIII. fig. 36.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy.

115. *Cymbella Tatrensis* nov. spec. Tab. nostr. VIII. fig. 51.

Cymbella parva, 19·8 μ longa, 4·4 μ lata, margine dorsuali leniter arcuato, ventrali fere recto ad apices capituliformes paulatim inciso; nodulo centrali maiore, nodulis apicalibus parvis, raphe apices versus indistincte deflexa, striis 14·5 in 10 μ radiantibus lineam mediam linquentibus.

Hab. locis uvidis silvaticis aquis leniter defluentibus irroratis ad dextram viae publicae, quae ex Jaszczurówka ducit, prope locum Capówka.

Species nostra *Cymb. norvegicae* Grun. in A. Schmidt Atlas tab. IX. fig. 67. non dissimilis, sed apicibus magis protractis, raphe minus recta abhorret; ceterum species a cl. Grunow l. s. c. delineata diagnosi caret accuratius comparari itaque non potest.

116. *Cymbella Brebissoniana* nov. spec. Tab. nost. VIII. fig. 52.

Cymbella minor, 33 μ longa, 8·8 μ lata, margine dorsuali leniter arcuato, ventrali paulo subinflato, apices versus sensim ad dimidium latitudinis angustata, apicibus capituliformibus parum protractis, raphe lenius quam margo dorsualis arcuata, nodulis mediano et apicalibus minutis, striis 9·09 in 10 μ radiantibus lineam medianam angustissimam linquentibus.

Hab. ad saxa submersa in lacu Morskie Oko (leg. 4. VIII. 1899)

Species a nobis descripta planissime quod ad staturam cum *Cocconemate cymbiformi* E. in A. Schmidt Atlas tab. X. fig. 27. a, delineata congruit. Quae figura Schmidtii parum tantum brevior est nostrâ apicesque angustiores, sed strias multo remotiores praebet, nempe 4 in 6 strias figurae nostrae. Quum autem hoc opinatum *C. cymbiforme* cum vero *cymbiformi* a cl. A. Schmidtio l. s. c. in fig. 13 ex speciminibus propriis Kuetzingii delineato nihil communis habeat, speciem propriam id esse censeo, eandem quidem, quam hic nomine *C. Brebissonianae* ornatam profero.

117. *Cymbella imitans* nov. spec. Tab. nostr. VIII. fig. 53.

Subsemilanceolata, margine dorsuali leniter convexo, ventrali recto apices versus paullo conniventi; apicibus subproductis obtuse rotundatis; raphe haud recta, sed ab nodulo centrali nodulos apicales versus lenissime sigmoidi, zona hyalina longitudinali cincta; striis distinctis non punctatis quam lenissime radiantibus, utrimque una mediana stria paullulo abbreviata.

Long. = 30·6 μ, lat. = 5·4 μ, striae 11 in 10 μ.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska ad ripas lacus atque in turfosis in ripis sitis. 2. VIII. 1899.

Observatio: Species nostra *Cymbellam alpinam* in A. Schmidt Atlas tab. LXXI. fig. 45. quod ad habitum, *C. austriacam* l. c. fig. 67. autem quod ad raphem attinet imitatur. A *C. alpina* species nostra apicibus, raphe striisque diversa est, ab *C. austriaca* autem toto habitu abhorret.

118. *C. anglica* Lagerst. V. H. tab. II. fig. 4.

Hab. in uvidis muscosis in valle Olczyska; in lacubus: Toporowy staw, Morskie Oko; in stagnis parvis et locis uvidis ad montem Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego vocatur.

119. *C. alpina* Grun. Ueb. ein. n. u. ungen. bek. Art. 1863. tab. (3) IV. fig. 19.

Hab. ad catarractam Siklawica in valle Strążyska.

120. *C. abnormis* Grun. V. H. tab. III. fig. 8.

Hab. ad saxa in rivulo vallis Białe.

121. *C. austriaca* Grun. A. Schmidt Atlas tab. LXXI. fig. 67.

Long. = 46—55 μ, lat. = 15·4 μ, apex = 4 μ; striae punctatae 6·3 in medio valvae, 8 ad apices in 10 μ.

Hab. in uvidis muscosis in valle Olczyska.

122. *C. lunata* W. Sm. De-Toni l. c. pag. 361 (non V. H. Atlas!)

Long. = 23—26 μ! lat. = 5·5—6·6 μ! striae 9 in 10 μ.

Hab. in uvidis ad lacum Kurtkowiec in valle Gąsienicowych stawów, in rivulis vallis Ciemnosmreczyńska.

123. *C. truncata* Rabenh.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in valle Biała Woda (Schum. l. c. 64).

124. *C. gastroides* Kuetz. V. H. tab. II. fig. 8.

Hab. in uvidis in silva prope Kozieniec, ad radices montis Nosal; ad saxa in rivo Bystra rapidissime fluenti in Kuźnice; in rivo vallis, quae „Ku Dziurze" dicitur; in lacu Morkie Oko ad saxa, ubi aquae ex lacu decurrunt, et ad saxa aquis defluentibus irrorata in ripa eiusdem lacus.

In fonte Lodowe cum specie praecedenti (Schum. l. c. 64).

125. *C. lanceolata* (Ehr.) Kirchn. V. H. tab. II fig. 7.

Hab. in rivo et ad catarractam Siklawica in valle Strążyska; in uvidis muscosis in valle Olczyska; ad saxa submersa iuxta ripas lacus Morskie Oko.

In uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *aspera* (Ehrenb.) Brun.

Hab. in fonte Lodowe cum *C. truncata* (Schum. l. c. 64).

126. *C. cymbiformis* (Kuetz.) Bréb. V. H. tab. II. fig. 11.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in uvidis muscosis graminosis prope collem Koziniec, ad radices montis Nosal in Bystre atque in vallibus Olczyska et Mała Łąka (hic leg. prof I. Król); in rivis vallium: Białe et „Ku Dziurze"; in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko.

In fonte Lodowe cum praecedenti; prope Szmeks cum *Nav. maiori*; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 65.); ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *parva* (W. Sm.) V. H. tab. II. fig. 14.

Hab. cum typo in vallibus Olczyska, Mała Łąka. Białe, in lacu Morskie Oko; etiam in valle Strążyska in rivo ad saxum Jelinekii et ad Siklawica; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

In valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 65).

127. *C. Smithii* Rabenh. (*C. helvetica* Sm. non Kuetz.)

Hab. in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 144).

128. *C. Cistula* (Hempr.) Kirchn. V. H. tab. II fig. 12—13. A. Schmidt Atlas tab. X. fig. 1.

Hab. in valle Strążyska in rivo rapide fluenti; in lacubus: Zielony et Czarny staw Gąsienicowy atque Morskie Oko.

In fonte Lodowe cum *C. truncata*; prope Szmeks cum *N. maiore*; in valle Biała Woda (Schum. l. c. 65.); in saxis iuxta catarractam Siklawa; inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa Polska. (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *maculata* (Kuetz.) Grun. V. H. tab. II. fig. 16.

Hab. in uvidis muscosis in valle Olczyska.

In vallibus: Mięguszowiecka, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 65); ad saxa catarractae Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 144).

129. *C. Cesatii* Grun. A. Schmidt Atlas LXXI. fig. 48.

Specimina nostra 31 μ longa 6·6 μ lata, apicibus ad 2·2 μ angustatis, ad figuram supra citatam plane accedunt.

Hab. in lacu Morskie Oko et ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa eiusdem lacus ad lacum Czarny staw ducentem.

Gen. Encyonema Kuetz. 1833.

130. *E. prostratum* (Berk.) Ralfs.

Hab. in fonte Lodowe cum *C. truncata*; prope Szmeks cum *N. maiore*; in vallibus: Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 65). In ripis lacus Toporowy staw; in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 145).

131. *E. turgidum* (Greg) Grun. V. H. tab. III. fig. 12.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw Gąsienicowy.

132. *E. caespitosum* Kuetz. var. *Auerswaldii* (Rabnh.) V. H. tab. III fig. 14.

Hab. in pratis ad Kasprusie et in stagnis ad montem Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

In fonte Lodowe cum praecedenti; prope Szmeks; in vallibus: Biała Woda. 5-Polonicorum stagnorum (Wielki staw). Świstowa. Wielka. Zimna Woda (Schum. l. c. 65); in catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *Pediculus* (Ehrenb.) Brun. (*Cymb. Pediculus* Kuetz.).

Hab. in fonte Lodowe cum typo; in vallibus: Mięguszowiecka. Zimna Woda (Schum. l. c. 64).

133. *E. ventricosum* (Ag.) Grun. V. H. tab. III fig. 15—17. A. Schmidt Atlas tab. LXXI fig. 31.

Hab. in fonte Lodowe et ad saxa granitica in rivo Czarny Dunajec prope „Cracoviam Tatrensem" in valle Kościeliska; in rivis vallium: Ku Dziurze. Białe. Strążyska. Kuźnice et Waksmundzka; in uvidis vallis dictae Mała Łąka (hic. leg. prof. I Król). prope collem Koziniec; in declivitate Toporowa Cyrhla et prope Capówka; in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in lacubus: Sobków. Zielony. Dwoisty et Czarny staw Gąsienicowy; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny Gąsienicowy (hic leg. prof. I. Król.); in lacubus: Wielki et Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król) atque in scrobiculis supra lacum Zadni staw; Morskie Oko; Czarny staw supra lacum Morskie Oko: ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in stagnis et scrobiculis ad montem Mnich sub deflexione iugi. quae Wrota Chałubińskiego dicitur; in fonte „Lodowe" supra lacum Zmarzły staw et Czarny Gąsienicowy sito. In rivulis vallis. quae Ciemnosmreczyńska nominatur. in rivo Koprowy prope locum Pod Bańską (inter muscos). in magna catarracta rivi Kolbach dicti et in lacu Szczyrbskie.

134. *E. gracile* Rabenh. V. H. tab. III fig. 20—22; *E. lunatum* W. Sm. V. H. tab. III fig. 23.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad ostium vallis Strążyska et in ipsa valle in rivulo et ad catarractam Siklawica; in lacubus: Dwoisty, Zielony. Sobków et Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in fonte „Lodowe" iuxta viam ad deflexionem iugi Zawrat; in lacubus: Morskie Oko, Czarny staw supra hunc lacum. Toporowy staw; in uvidis muscosis graminosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et prope locum Capówka; in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in lacu Szczyrbskie.

In vallibus: Męguszowiecka, Quinque Polonicorum stagnorum (Wielki staw), Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 63.); inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa Polska; in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 145.).

var. *scoticum* (W. Sm.) V. H. (*Cymbella scotica*) W. Sm. A. Schmidt Atlas tab. X. fig. 22.

Hab. in Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

135. *E. Gerstenbergeri* Grun.

Hab in fonte Lodowe vallis Kościeliska; prope Szmeks cum *N. maiore*; in valle Męguszowiecka (Schum. l. c. 64).

Gen. Amphora Ehrenb. 1831.

136. *A. libyca* Ehrbg. A. Schmidt Atlas tab. XXVI fig. 102—105.

Hab. in lacu Morskie Oko ad saxa submersa, ubi aquae ex lacu decurrunt.

137. *A. salina* W. Sm. var. *minor* V. H. tab. I fig. 20. (*A. borealis* Kuetz).

Hab. in uvidis vallis Olczyska et in lacu Morskie Oko. In fonte Lodowe cum *E. Gerstenbergeri*; in valle Męguszowiecka (Schum. l. c. 65).

138. *A. ovalis* (Bréb.) Kuetz. V. H. tab. I. fig. 1.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in rivulis vallis dictae Mała Łąka; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et iuxta viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

var. *gracilis* (Ehrb.) V. H.

Hab. in fonte Lodowe vallis Kościeliska; prope Szmeks cum *Enc. Gerstenbergeri*; in valle Męguszowiecka (Schum. l. c. 64).

var. *Pediculus* (Kuetz.) V. H. tab. I fig. 5.

Hab. ad saxa in rivo rapide fluenti iuxta saxum Jelinekii. In fonte Lodowe in valle Kościeliska (Schum. l. c. 65).

for. *minor* Grun. V. H. tab. I fig. 8.

Hab. in scrobiculis supra lacum „Zadni staw“.

Fam. Gomphonemaceae (Kuetz.) 1844, Grun. 1860.

Gen. Gomphonema Ag. 1824.

139. *G. constrictum* Ehrnbg. V. H. tab. XXIII. fig. 6.

Hab. in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in aquis e thermis Jaszczurówka defluentibus, ad saxa in rivo

vallis dietae Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król.): in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

In saxis iuxta catarractam Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *truncatum* (Ehrenb.) Gutw. Bac. tatr. pag. 145.

Hab. in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *subcapitatum* V. H. tab. XXIII. fig. 5.

Hab. in lacubus Czarny staw Gąsienicowy et Morskie Oko ad saxa, ubi aquae ex lacubus decurrunt

140. *G. capitatum* Ehrnbg. V. H. tab. XXIII fig. 7., 8. et 11.

Hab. in lacubus: Sobków-, Dwoisty-, Zielony- et Czarny staw Gąsienicowy; atque in Morskie Oko et Toporowy staw.

In fonte Lodowe cum *Nav. viridi*; in valle Świstowa (Schum. l. c. 67); in catarracta Siklawa; in saxis iuxta Siklawa; in uvidis ad Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 146).

141. *G. acuminatum* Ehrnbg.

Hab. in lacu Czarny staw supra Morskie Oko.

var. *coronatum* (Ehrnbg.) Rabnh.

Hab. in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka.

Prope Szmeks cum *Nav. maiore*; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicor. stagnorum (Czarny staw), Zimna Woda (Schum. l. c. 67); ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 145).

var. *clavus* (Bréb.) V. H. tab. XXIII. fig. 20.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy; Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko 4. VIII. 1899 et 9. VIII. 1900.

var. *intermedium* Grun. V. H. tab. XXIII fig. 21.

Hab. in lacubus: Dwoisty staw Gąsienicowy et Morskie Oko.

var. *elongatum* (W. Sm.) V. H. tab. XXIII. fig. 22.

Hab. in lacubus: Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król) et Morskie Oko.

142. *G. Turris* Ehrenb.

Hab. in valle Mięguszowiecka (Schum. l c. 67).

var. *apiculatum* Grun.

Hab. ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 145).

143. *G. Augur* Ehrenb.

Hab. in fonte Lodowe vallis Kościeliska; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 66); in saxis iuxta catarractam Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 145).

144. *G. montanum* Schum. Tatra. pag. 67. tab. III., fig. 35 b. V. H. tab. XXIII, fig. 33—35.

Hab. ad saxa in rivis vallium: Ku Dziurze et Waksmundzka; in lacubus: Sobków. Dwoisty. Zielony, Czarny et Długi (Kuklaty) staw Gąsienicowy; ad saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in catarracta inter lacus Zmarzły et Czarny staw (hic leg. prof. I. Król); in fonte Lodowe ad viam in Zawrat supra lacus commodum dictos; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum; in lacu Morskie Oko et ad saxa iuxta viam in ripa eiusdem lacus; Czarny staw supra Morskie Oko. Ad saxa in rivo Koprowa prope locum Pod Bańską; in catarracta magna rivi Kolbach.

Prope Szmeks cum *G. acuminato*; in valle Mięguszowiecka; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 67); in catarracta Siklawa et ad saxa iuxta eam (Gutw. Fiz. XXII, 145).

var. *medium* Grun., V. H. tab. XXIII, fig. 37.

Hab. in pratis ad Kasprusie in Zakopane et in fonte „Lodowe“ iuxta viam in Zawrat supra Zmarzły staw sito.

var. *subclavatum* Grun., V. H. tab. XXIII, fig. 42 et tab. XXIV, fig. 1.

Hab. ad saxa in rivis vallium: Strążyska et Białe; in uvidis muscosis prope Capówka. In rivulis vallis Ciemnosmreczyńska et in lacu Szczyrbskie.

var. *commutatum* Grun., V. H. tab. XXIV, fig. 2.

Hab. ad saxa aquis defluentibus irrorata ad viam in ripa lacus Morskie Oko; in uvidis muscosis in valle Olczyska.

145. *G. longiceps* Ehrnbg. Schum. Tatra pag. 67. tab. III, fig. 37, V. H. tab. XXIV, fig. 5 *(G. Mustela* Ehrbg.).

Hab. in lacubus: Zielony et Czarny staw Gąsienicowy atque in Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król). In fonte Lodowe vallis Kościeliska; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka (Schum. l. c. 67).

146. *G. gracile* Ehrnbg., V. H. tab. XXIV, fig. 13, 15, 16 et 18. *(G. gracile* v. *naviculoides*, *G. auritum* A. Br.).

Hab. in aquis ex lacu Czarny staw Gąsienicowy decurrentibus, ad saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum; in lacu Toporowy staw inter Sphagna; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla; in rivulis parvis rivo Podupłazki affluentibus in valle Białej Wody.

In fonte Lodowe cum *G. longicipiti;* prope Szmeks cum *G. acuminato;* in vallibus: Mięguszowiecka, Świstowa, Zimna Woda. (Schum. l. c. 66).

147. *G. dichotomum* Kuetz., V. H. tab. XXIV, fig. 8, 19—20 et 24.

Hab. in lacu Morskie Oko; ad saxa in ripa lacus Morskie Oko cum *G. montano* var. *commutato;* in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy; in uvidis muscosis in valle Olczyska et ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

148. *G. Vibrio* Ehrnbg., V. H. tab. XXIV, fig. 26.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy et in lacu Morskie Oko. Prope Szmeks cum praecedenti; in vallibus: Biała Woda, Zimna Woda (Schum. l. c. 67).

149. *G. intricatum* Kuetz., V. H. tab. XXIV, fig. 28—31.

Hab. in rivulo vallis Białe dictae; in lacubus: Dwoisty, Zielony staw Gąsienicowy et Morskie Oko. In valle Zimna Woda (Schum. l. c. 67); in Siklawa catarracta, ad saxa iuxta eandem; ad Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

150. *G. insigne* Greg., V. H. tab. XXIV, fig. 39—40

Hab. inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in lacu Morskie Oko.

151. *G. micropus* Kuetz., V. H. tab. XXIV, fig. 46.

Hab. in lacu Dwoisty staw et in aquis ex lacu Czarny staw Gąsienicowy defluentibus in valle iuxta viam ad ipsum lacum.

152. *G. angustatum* Kuetz., V. H. tab. XXIV, fig. 44—52. (*G. angustatum* var. *obtusatum* Kuetz. et var. *productum* Grun.).

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in pratis in Kasprusie; in uvidis in valle Mała Łąka (ubi leg. prof. I. Król); in uvidis prope Koziniec et in valle Olczyska; in valle Strążyska ad saxa in rivo ad saxum Jelinekii; in aquis supra lacum Kurtkowiec defluentibus; in lacubus: Długi (Kuklaty) et Zielony staw Gąsienicowy; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in valle 5-Polonicorum lacuum: in aquis supra lacum Zadni staw defluentibus, in lacu Wielki staw (hic leg. prof. I. Król); ad saxa irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in stagnis ad montem Mnich sub deflexione iugi „Wrota Chałubińskiego"; in parvis rivulis rivo Poduplazki affluentibus in valle Białej Wody; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla. In rivu-

lis vallis dictae Ciemnosmreczyńska. In valle Wielka. (Schum. l. c. 66).

153. *G. parvulum* Kuetz., V. H. tab. XXIV, fig. 23, 24, tab. XXV, fig. 9 et 11, 12. (*G. tenellum* Kuetz., *G. parvulum* var. *subcapitata*).

Hab. in Kasprusie in pratis; in uvidis prope Koziniec et in valle Olczyska; in aquis e thermis Jaszczurówka ducurrentibus; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in aquis ex lacu Czarny staw Gąsienicowy decurrentibus in valle iuxta viam ad ipsum lacum; in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat; ad saxa irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in rivulis vallis, quae Ciemnosmreczyńska dicitur.

Prope Szmeks cum *G. acuminato;* in vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Wielki staw), Wielka, Zimna Woda. (Schum. l. c. 67).

154. *G. exiguum* Kuetz., V. H. tab. XXV, fig. 37.

(var. *telographicum*).

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy loco, ubi aquae decurrunt.

155. *G. olivaceum* (Lyngb.) Kuetz., V. H. tab. XXV, fig. 20.

Hab. in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

In fonte Lodowe vallis Kościeliska; prope Szmeks cum *N. maiore;* in valle Mięguszowiecka; in valle Zimna Woda. (Schum. l. c. 67).

var. *vulgare* (Kuetz.) Grun. (*Sphaenella vulgaris* Kuetz.).

In fonte Lodowe, in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 66).

forma *curta* V. H. (*Gomph. clavatum* Ehrbg. f. *curta* V. H. tab. XXIII, fig. 12).

Hab. in stagnis ad montem Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur; in magna catarracta rivi Kolbach.

156. *G. glaciale* (Kuetz.) Rabenh. (*Sphaenella glacialis* Kuetz.).

Hab. in valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 66).

Gen. **Roicosphenia** Grun. 1860.

157. *R. curvata* (Kuetz.) Grun. V. H. tab. XXVI, fig. 1—3.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in muscosis uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla. In fonte Lodowe (Schum. l. c. 63).

158. *R. fracta* (Schum.) Rabenh. (*Gomphon. fractum* Schum.).

Hab. in uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

Fam. **Cocconeidaceae** (Kuetz.) Grun.

Gen. Cocconeis Ehrenbg. 1835.

159. *C. Pediculus* Ehrenbg. V. H. tab. XXX, fig. 28—30.

Hab. in aquis e thermis Jaszczurówka decurrentibus.

In fonte Lodowe vallis Kościeliska; in valle Mięguszowiecka. (Schum. l. c. 60); in saxis iuxta catarractam Siklawa. (Gutw. Fiz. XXII, 145).

160. *C. Placentula* Ehrnbg. V. H. tab. XXX, fig. 27.

Hab. in fonte „Lodowe" in valle Kościeliska; locis uvidis et in rivo vallis Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in rivis vallium: Kościeliska, Ku Dziurze, Strążyska, Białe et Kuźnice; in uvidis vallis dictae Olczyska; ad saxa in rivo Koprowa prope locum Pod Bańską.

In fonte Lodowe cum praecedenti; in vallibus Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 60); in saxis iuxta catarractam Siklawa et in catarracta ipsa (Gutw. Fiz. XXII, 145).

161. *C. punctata* Ehrenb.

Hab. in fonte Lodowe nec non in valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 60).

162. *C. borealis* Ehrenb.

Hab. in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 61).

Fam. **Achnanthaceae** (Kuetz. 1844) Grun. 1860.

Gen. Achnanthes Bory 1822.

163. *A. undulata* Schum.

Hab. prope Szmeks cum *Nav. maiore*; in vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny et Wielki staw), Zimna Woda (Schum. l. c. 62).

164. *A. subsessilis* Kuetz., V. H. tab. XXVI, fig. 21—24.

Hab. in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum.

In vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka (Schum. l. c. 62).

165. *A. contracta* Schum.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska (Schum. l. c. 62).

166. *A. hungarica* Grun.

Hab. in catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXV, 29).

167. *A. elliptica* Schum., Tatra II, fig. 27.

Long. = 20—21 μ, lat. = 7—7·7 μ, crass. = 4·4 μ.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in rivulis rivo Pod-

upłazki in valle Białej Wody affluentibus; in lacu Toporowy staw; in magna catarracta rivi Kolbach.

In fonte Lodowe; prope Szmeks; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny et Wielki staw), Świstowa, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 62).

168. (?) *A. marginulata* Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 45—46.

Hab. in uvidis prope Koziniec; in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy; Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

169. *A. exigua* Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 29, 30.

Hab. in uvidis prope Koziniec; in rivo vallis Białe.

170. *A. obtusa* Schum.

Hab. in fonte Lodowe; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 62).

171. *A. delicatula* (Kuetz.) Grun.

Hab. in fonte Lodowe; in valle Wielka (Schum. l. c. 61).

172. *A. Biasoletiana* (Kuetz.) Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 27—28.

Hab. locis uvidis in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in valle Strążyska in catarracta Siklawica; in uvidis muscosis prope locum Capówka.

In fonte Lodowe; in lacu Czarny staw 5-Polonic. stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 62).

173. *A. gibberula* Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 47—49.

Hab. in fonte Lodowe in Kościeliska; in vallibus Strążyska (rivus et catarracta) et Białe. in uvidis graminosis partimque muscosis prope Koziniec. (Species ex thermis Indiae orientalis, ubi leg. Stoliczka, a De-Toni in Sylloge pag. 483. indicata).

174. *A. microcephala* (Kuetz.) Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 21.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie (Zakopane); in uvidis iuxta rivum in valle Mała Łąka atque in lacubus Wielki et Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); in srobiculis turfosis ad radicem montis Kozi Wierch in valle 5-Polonic. stagnorum; in lacubus: Morskie Oko et Czarny staw lacu superius sito; in parvis rivulis rivo Poduplazki affluentibus in valle Biała Woda.

Prope Szmeks; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 61); ad ripas lacus Toporowy staw; in uvidis prope Kurtkowiec; in catarracta Siklawa et in saxis iuxta eam (Gutw. Fiz. XXII, 146).

175. *A. exilis* Kuetz.

Hab. in fonte Lodowe; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka. 5-Polonicorum stagnorum (Czarny et Wielki staw). Wielka (Schum. l. c. 63); in catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII, 146).

176. *A. minutissima* Kuetz. V. H. tab. XXVII, fig. 37—38.

Hab. in rivo et in catarracta Siklawica in valle Strążyska; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw (hic leg. prof. I. Król).

forma *curta* V. H. ibidem fig. 35—36.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; ad saxa granitica rivi in valle Waksmundzka.

In fonte Lodowe; prope Szmeks ut supra; in valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 63). In uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

var. *cryptocephala* Grun. V. H. ibidem fig. 41—44.

Hab. in fonte Lodowe cum forma *curta;* in catarracta Siklawica in valle Strążyska; in uvidis in valle Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in valle Białe ad saxa in rivo; in uvidis muscosis vallis dictae Olczyska; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec et in lacubus: Zielony, Dwoisty, Czarny staw Gąsienicowy; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in saxis irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko sito; in uvidis muscosis prope locum Capówka. In catarracta magna rivi Kolbach.

177. *A. linearis* (W. Sm.) Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 31.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska.

In fonte Lodowe; prope Szmeks u. s.; in Czarny et Wielki staw 5-Polonicorum lacuum (Schum. l. c. 61).

178. *A. lanceolata* (Bréb.) Grun. V. H. tab. XXVII, fig. 8—11.

Hab. in fonte Lodowe cum specie antecedenti; in rivulo vallis Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in uvidis muscosis in valle Olczyska; in lacubus: Dwoisty, Zielony staw Gąsienicowy, Morskie Oko; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In fonte Lodowe; in vallibus: Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 61); in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

var. *dubia* Grun. V. H. ibidem fig. 12—13.

In vallibus: Kościeliska et Mała Łąka cum typo.

Gen. Achnanthidium Kuetz. 1844.

179. *A. flexellum* (Kuetz.) Bréb. V. H. tab. XXVI, fig. 29—31.

Hab. in catarracta Siklawica in valle Strążyska; in rivo vallis dictae Ku Dziurze; in uvidis muscosis in valle Olczyska; locis uvidis muscosis prope Koziniec; in valle 5-Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch, in lacubus Przedni staw, Wielki staw (hic leg. prof. I. Król); in lacubus: Dwoisty, Zielony, Czarny staw Gąsienicowy, Morskie Oko, Czarny staw supra Morskie Oko; in saxis aquis defluentibus irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko.

In fonte Lodowe; prope Szmeks u. s.; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny staw) et Zimna Woda (Schum. l. c. 61). In uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

Ordo **Pseudorhaphideae** H. L. Smith. 1872.

Fam. **Nitzschiaceae** Grun. 1860.

Gen. **Nitzschia** Hassall. 1845.

180. *N. thermalis* (Ehrenb.) Auersw.

Hab. in fonte Lodowe; in valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 60).

181. *N. Denticula* Grun. V. H. tab. LX, fig. 10.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie ad Zakopane.

In fonte Lodowe; prope Szmeks; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Wielka (Schum. l. c. 57).

182. *N. Tabellaria* Grun. De-Toni Sylloge pag. 519. *(Denticula Tabellaria* Grun. Nitzsch. pag. 548, tab. XVIII (12) fig. 26).

Hab. in valle Olczyska locis uvidis muscosis.

183. *N. sinuata* (W. Sm.) Grun. V. H. tab. LX, fig. 11.

Hab. in uvidis muscosis prope collem Koziniec et in valle Olczyska.

184. *N. dissipata* Kuetz.

var. *media* Hantzsch.

Hab. in fonte Lodowe; in valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 59).

185. *N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm., V. H. tab. LXIII, fig. 5—7.

Hab. in uvidis muscosis in vallibus: Mała Łąka (ubi leg. prof. I. Król) et Olczyska. In fonte Lodowe in valle Kościeliska (Schum. l. c. 58).

186. *N. vermicularis* (Kuetz.) Hantzsch. V. H. tab. LXIV, fig. 1—2.

Hab. ad saxa submersa in lacu Morskie Oko, ubi aquae ex lacu decurrunt.

187. *N. Sigma* (Kuetz.) W. Sm.

var. *curvula* (Ehrenb.) Brun.

Hab. in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

188. *N. linearis* (Ag.) W. Sm.

In fonte Lodowe vallis Kościeliska. (Schum. l. c. 58).

In uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 147).

var. *tenuis* Grun. V. H. tab. LXVII, fig. 16.

Hab. in catarracta Siklawica vallis, quae Strążyska vocatur.

Cum praecedenti in Lodowe (Schum. l. c. 58). Prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 147).

189. *N. minutissima* Sm.

Hab. cum praecedenti in Lodowe: prope Szmeks loco 2·5 *km* occidentem versus distanti; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Wielki staw) et Świstowa (Schum. l. c. 60).

190. *N. subtilis* (Kuetz.?) Grun. var. *glacialis* Grun. V. H. LXIX, fig. 9.

Long. = 26·4 μ, punct. carinal. 19 in 10 μ.

Hab. inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in aquis ex nivibus decurrentibus prope deflexionem iugi, quae Zawrat dicitur; in lacubus: Dwoisty staw Gąsienicowy, Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in uvidis prope locum Capówka.

191. *N. gracilis* Hantzsch. V. H. tab. LXVIII, fig. 12.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy; in catarracta inter Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy (hic leg. prof. I. Król), in aquis defluentibus supra Czarny staw in valle 5-Polonicorum stagnorum; in lacu Toporowy staw.

In vallibus: Biała Woda, 5-Polonicorum stagnorum (Wielki staw) (Schum. l. c. 59).

192. *N. Palea* (Kuetz.) W. Sm. V. H. tab. LXIX, fig. 23.

(sub nomine *N.* (*Palea*) var. *minuta* Bleisch.).

Hab. in uvidis silvaticis prope locum Capówka. In rivulis vallis dictae Ciemnosmreczyńska.

var. *fonticola* Grun. V. H. tab. LXIX, fig. 19.

Hab. in rivo iuxta saxum Jelinekii in valle Strążyska.

193. *N. communis* Rabenh.

Hab. in fonte Lodowe cum *N. minutissima*, in valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 59).

194. *N. amphibia* Grun., V. H. tab. LXVIII, fig. 15—17.

Hab. in rivulo vallis Mała Łąka (leg. prof. I. Król); locis uvidis in valle Olczyska; in saxis irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko atque in lacu superius posito, qui Czarny staw dicitur.

195. *N. Hantzschiana* Rabh., V. H. tab. LXIX, fig. 1—2.

Long. = 29 μ, lat. = 4 μ, punct. carinal. = 10 in 10 μ.

Hab. in lacu Szczyrbskie.

196. *N. acicularis* (Kuetz.) W. Sm. var. *closterioides* Grun.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska (Schum. l. c. 60).

Gen. **Denticula** Kuetz. 1844.

197. *D. elegans* Kuetz.

Hab. in fonte Lodowe cum *N. communi;* in lacu Czarny staw 5-Polonic. stagnorum; in valle Wielka (Schum. l. c. 58).

198. *D. crassula* Naeg. (*D. inflata* W. Sm.), V. H. tab. XLIX, fig. 32—34 (sub nom. D. tenuis var. inflata Grun.).

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in uvidis in valle Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in lacu Czarny staw Gąsienicowy et Morskie Oko; in saxis irroratis iuxta viam in ripa lacus postremum dicti; in lacubus: Wielki et Mały staw 5-Polonicorum lacuum (leg. prof. I. Król).

199. *D. frigida* Kuetz. (*D. tenuis* var. *frigida*. V. H. tab. XLIX, fig. 35—38).

Hab. in rivulis vallium: „Ku Dziurze" et Białe; in aquis ex thermis Jaszczurówka decurrentibus; in uvidis muscosis in valle Olczyska; in catarracta Siklawica vallis Strążyska; in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy, Morskie Oko et Czarny staw supra Morskie Oko; Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in aquis defluentibus iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko. In lacu Szczyrbskie.

In fonte Lodowe; prope Szmeks cum *Nitz. minutissima;* in valle Biała Woda; in valle Wielka (Schum. l. c. 58).

Gen. **Hantzschia** Grun. 1880.

200. *H. Amphioxys* (Ehrbg.) Grun. var. *intermedia* Grun., V. H. tab. LIV, fig. 4.

Hab. in uvidis muscosis in valle Olczyska; in lacu Szczyrbskie.

In fonte Lodowe; prope Szmeks cum praecedenti; in vallibus:

Biała Woda. Mięguszowiecka. 5-Polonicorum lacuum (Czarny, et Wielki staw). Świstowa. Zimna Woda (Schum. l. c. 58). In Siklawa catarracta; in uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 146).

Fam. **Surirellaceae** (Kuetz. 1844) Grun. 1860.

Gen. Suriraya Turp. 1828.

201. *S. biseriata* (Ehrnbg.) Bréb., V. H. tab. LXXII. fig. 1—2.

Hab. in uvidis iuxta rivulum in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król).

In saxis ad catarractam Siklawa atque in catarracta ipsa; in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 147).

202. *S. linearis* W. Sm., A. Schmidt. Atlas tab. XXIII. fig. 27. De-Toni l. c., pag. 568.

Long. = 75 μ, lat. 22 μ, costae 2·27 in 10 μ.

Hab. in uvidis muscosis in valle Olczyska.

203. *S. splendida* (Ehrnbg.) Kuetz., V. H. tab. LXXII, fig. 4.

Hab. locis muscosis aquis defluentibus irroratis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

Iisdem locis cum *S. biseriata* (Gutw. Fiz. XXII, 147).

204. *S. microcora* Ehrenb.

Hab. in valle Biała Woda (Schum. l. c. 57).

205. *S. constricta* Ehrenb., Schum., Preuss., fig. 19.

Long. = 90 μ, lat. = 15 μ, lat. med. constrict. = 11 μ, costae 2·27—2·7 in 10 μ.

Hab. in lacu Morskie Oko, ubi aquae ex lacu decurrunt.

Iisdem locis cum *S. biseriata* (Gutw. Fiz. XXII, 147).

206. *S. ovalis* Bréb.

In fonte Lodowe vallis Kościeliska (Schum. l. c. 57).

var. *ovata* (Kuetz.), V. H. tab. LXXIII, fig. 5—7.

Hab. locis uvidis in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król).

var. *minuta* (Bréb.) V. H.

Hab. in fonte Lodowe cum typo (Schum. l. c. 57).

var. *angusta* (Kuetz.), V. H. tab. LXXIII, fig. 12.

Hab. in Mała Łąka cum var. antecedenti; in uvidis partim muscosis prope collem Koziniec; in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka.

In fonte Lodowe cum typo (Schum. l. c. 57).

var. *pinnata* (W. Sm.) V. H.

Hab. in fonte Lodowe cum typo (Schum. l. c. 57).

207. *S. spiralis* Kuetz. (*Campylodiscus spiralis* W. Sm.) De-Toni l. c. pag. 633.

Hab. locis uvidis muscosis in valle Olczyska; inter muscos ad ostium vallis Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król). In fonte Lodowe vallis Kościeliska (Schum. l. c. 56).

Gen. **Campylodiscus** Ehrnbg. 1840.

208. *C. hibernicus* Ehrb., V. H. tab. LXVII, fig. 3.

Diameter = 88—97 μ.

Hab. locis uvidis muscosis in valle Olczyska.

209. *C. noricus* Ehrenb., V. H. tab. LXVII, fig. 4—6.

Hab. cum antecedenti atque in pratis muscosis humidis ad radicem montis Nosal in Bystre; locis uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

210. *C. nanus* Schum.

Hab. in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Wielka (Schum. l. c. 56).

Fam. **Diatomaceae** (Grun.) Kirchn. 1878.

Gen. **Diatoma** DC 1805.

211. *D. vulgare* Bory., V. H. tab. L, fig. 3—4.

Hab. ad saxa granitica in rivo Czarny Dunajec in valle Kościeliska prope viam in Cracoviam Tatrensem; in valle Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in catarracta Siklawica in valle Strążyska; in rivo vallis Białe; in uvidis ad vias campestres in Bahledówka; in aquis ex thermis Jaszczurówka decurrentibus (hic numerosissime!); in lacu Morskie Oko; in stagnis ad montem Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla. In magna catarracta rivi Kolbach.

In lacu Czarny staw 5-Polonic. stagnorum (Schum. l. c. 55).

var. *breve* Grun.

Hab. in saxis submersis in rivo rapidissime fluenti in Kuźnice.

var. *productum* Grun.

Hab. ad flexionem iugi, quae Tomanowska przełęcz dicitur, inter Czerwony Wierch et Tomanowa Polska (Gutw. Fiz. XXII, 147).

var. *capitulatum* Grun.

Hab. ad saxa in rivo Czarny Dunajec in valle Kościeliska et cum var. antecedenti in Kuźnice.

var. *lineare* Grun., V. H. tab. L, fig. 7—8.

Hab. in rivo in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in Siklawica catarracta in valle Strążyska.

var. *Ehrenbergii* (Kuetz.) Grun.

Hab. in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 147).

var. *grande* (W. Sm.) Grun.

Hab. in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Wielka (Schum. l. c. 55).

212. *D. elongatum* Ag. var. *hybridum* Grun., V. H. tab. L, fig. 10.

Hab. ad saxa in rivo vallis Białe.

In lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 55).

213. *D. hiemale* (Lyngb). Heib., V. H. tab. LI, fig. 1—2.

Hab. in fonte Lodowe et in rivo Czarny Dunajec in valle Kościeliska; in vallibus: Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król), Strążyska (in Siklawica et in rivo), Białe, Kuźnice (in rivulo rapidissime fluenti); in fonte („Wywierzysko"), ex quo rivus Olczyski potok nascitur, in valle Olczyska; in uvidis muscosis: prope Koziniec, in declivitate loci Toporowa Cyrhla; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec, in lacu Zielony, Dwoisty (Tab. nost. VIII, fig. 54) et Czarny staw Gąsienicowy; in saxis irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in rivulis vallium: Białej Wody et Waksmundzka.

In fonte Lodowe vallis Kościeliska; prope Szmeks loco 2·5 *km* remoto occidentem versus; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, Świstowa, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 55).

var. *mesodon* (Ehrbg.) Grun.

Hab. *cum typo:* in Kościeliska, Mała Łąka, Strążyska, Białe Toporowa Cyrhla, Kurtkowiec, Czarny staw, Morskie Oko (ripa), Biała Woda et Waksmundzka. Praeterea invenitur: in lacubus: Sobków, Długi et Dwoisty staw Gąsienicowy; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy; in fonte „Lodowe" iuxta viam in Zawrat; in valle 5-Polonicorum stagnorum: in lacubus Wielki et Przedni Staw (leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko; in stagnis ad montem Mnich sub deflexione iugi Wrota Chałubińskiego dicta. In rivulis vallis Ciemnosmreczyńska,

in rivo Koprowa prope locum Pod Bańską: in magna catarracta rivi Kolbach.

In fonte Lodowe cum typo; in vallibus Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 54).

var. *turgidulum* (Ehrenb.) Grun.

Hab. in montibus Tatricis (Schum. l. c. 55).

214. *D. anceps* (Ehrnbg.) Kirchn., V. H. tab. LI, fig. 6.

Hab. in vallibus Mała Łąka et Strążyska; in fonte („Wywierzysko"), ex quo rivus Olczyski potok nascitur, in valle Olczyska.

Prope Szmeks; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 55).

Gen. **Odontidium** Kuetz. 1844.

215. *O. mutabile* W. Sm., V. H. tab. XLV, fig. 9—11 d.

Hab. in uvidis prope Koziniec; ad saxa irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko. In fonte Lodowe; prope Szmeks; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in vallibus: Świstowa et Zimna Woda (Schum. l. c. 55). In uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII, 147).

216. *O. Harrisonii* W. Sm., V. H. tab. XLV, fig. 28.

Hab. in uvidis prope Koziniec.

Fam. **Meridionaceae** Kuetz. 1844.

Gen. **Meridion** Ag. 1824.

217. *M. circulare* (Grev.) Ag., V. H. tab. LI, fig. 12.

Hab. in fonte Lodowe et in rivo Czarny Dunajec in valle Kościeliska; in rivo vallis, quae Mała Łąka vocatur (hic leg. prof. I. Król); in rivis vallium: Strążyska (hic etiam numerosissime in catarracta Siklawica), Ku Dziurze, Białe; in uvidis prope Koziniec et in valle Olczyska; atque in fonte („Wywierzysko"), ex quo rivus Olczyski potok nascitur; in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy; in aquis ex lacu Czarny staw Gąsienicowy defluentibus in valle infra lacum; in saxis graniticis in rivo rapide fluenti in valle Waksmundzka. Inter muscos in saxis submersis in rivo Koprowy prope locum Pod Bańską.

In fonte Lodowe; in valle Biała Woda et Zimna Woda. (Schum. l. c. 54).

218. *M. constrictum* Ralfs. De-Toni Sylloge pag 643.

Hab in uvidis muscosis graminosis aquis defluentibus irroratis prope collem Koziniec; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco

Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw Gąsienicowy et in aquis ex eodem lacu defluentibus in valle infra lacum; in fonte „Lodowe" iuxta viam in Zawrat; in lacu Morskie Oko; in rivulis, qui rivo Podupłazki affluunt, in valle Białej Wody.

Prope Szmeks; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Wielka (Schum. l. c. 54); in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 147).

Fam. **Fragilariaceae** Kuetz. 1844.

Gen. Synedra Ehrenb. 1830.

219. *S. pulchella* (Ralfs) Kuetz.

Hab. in fonte Lodowe; in valle Biała Woda (Schum. l. c. 56).

220. *S. Vaucheriae* Kuetz. V. H. tab. XL. fig. 19.

Hab. in aquis ex thermis Jaszczurówka decurrentibus.

221. *S. Ulna* (Nitzsch) Ehrnbg., V. H. tab. XXXVIII. fig. 7.

Hab. in pratis humidis in Kasprusie (Zakopane); locis uvidis prope Koziniec; in vallibus Strążyska et Białe in rivis; in aquis ex thermis Jaszczurówka decurrentibus; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla; in Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król).

In uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *splendens* (Kuetz.) Brun.

Hab. in fonte Lodowe (Schum. l. c. 55).

var. *subaequalis* (Grun.) V. H. tab. XXXVIII. fig. 13.

Hab. in uvidis in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król).

var. *amphirhynchus* (Ehrnbg.) Grun. V. H. ibid. fig. 5.

Cum var. antecedenti. Inter montem Czerwony Wierch et Tomanowa polska (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *danica* (Kuetz.) V. H. ibid. fig. 14. a.

Hab. in uvidis muscosis prope Koziniec, in valle Olczyska et in declivitate loci Toporowa Cyrhla.

var. *oxyrhynchus* (Kuetz.) V. H.

Hab. in fonte Lodowe (Schum. l. c. 56).

222. *S. Acus* Kuetz. Grun. Öster. 1862. tab. V. (8) fig. 22.

Hab. in rivo ad saxum Jelinekii in valle Strążyska; in lacu Czarny staw Gąsienicowy, ubi aquae ex lacu decurrunt (abundanter!).

Ad saxa iuxta catarractam Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *delicatissima* (W. Sm.) Grun. V. H. tab. XXXIX. fig. 7.

Hab. in fossis iuxta viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka; in pratis muscosis humidis ad montem Nosal in Bystre.

223. *S. radians* Kuetz. V. H. tab. XXXIX. fig. 11.

Hab. in lacu Morskie Oko. 4. VIII. 1899 et 9. VIII. 1900. In fonte Lodowe vallis Kościeliska; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 56).

224. *S. amphicephala* Kuetz. V. H. tab. XXXIX. fig. 14.

Hab. in pratis muscosis in Kasprusie (Zakopane); in rivo vallis Białe.

Gen. Asterionella Hass 1855.

225. *A. formosa* Hass. V. H. tab. LI. fig. 19.—20.

Hab. in lacu Czarny staw supra lacum Morskie Oko sito.

var. *subtilis* Grun. V. H. ibid. fig. 21.

Hab. in lacu Morskie Oko.

Gen. Fragilaria Lyngb. 1819.

226. *F. virescens* Ralfs. V. H. tab. XLIV. fig. 1.

Hab. inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat; in rivulis rivo Podupłazki affluentibus in valle Białej Wody; in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla. In rivulis vallis Ciemnosmreczyńska dictae et in rivo Koprowy prope locum Pod Bańską.

Prope Szmeks u. s.; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka. Quinque Polonicorum lacuum (Czarny staw), Świstowa, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 55). In uvidis ad Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 148).

227. *F. elliptica* Schum.

Hab. Prope Szmeks u. s. (Schum. l. c. 55).

228. *F. capucina* Desmaz. V. H. tab. XLV. fig. 2.

Hab. in Siklawica catarracta in valle Strążyska; in rivulo vallis Białe; in aquis ex thermis Jaszczurówka defluentibus.

Prope Szmeks u. s.; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny- et Wielki staw), Świstowa, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 56).

var. *mesolepta* Rabenh.

Hab. ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 148).

229. *F. construens* (Ehrnb.) Grun. De Toni l. c. pag. 688 et 689.

Hab. in uvidis in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król) et in declivitate loci Toporowa Cyrhla.

var. *pusilla* Grun.

Hab. ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *binodis* (Ehrnbg.) Grun. V. H. tab. XLV. fig. 25.

Hab. in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in lacubus Przedni et Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. Prof. I. Król); in valle Olczyska (hic specimina cum fig. 30. tab. XLV. V. Heurckii congrua, 22 μ longa, 7·2 μ lata, striis 17 in 10 μ observavi). Ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *Venter* Grun. V. H. ibidem fig. 21. a, b., 22. et 24. b. = Fr. Venter (Ehrb) Pantocs. Balaton pag. 78.

Hab. locis uvidis prope Koziniec, prope Capówka, nec non in valle Olczyska (Tab. nost. VIII. fig. 55).

Fam. **Striatellaceae** (Kuetz) Heib. 1863.

Gen. Diatomella Grev. 1855.

230. *D. Balfouriana* Grev. De-Toni l. c. pag. 742.

Hab. ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko sita.

Gen. Tabellaria Ehrnbg. 1839.

231. *T. fenestrata* (Lyngb.) Kuetz. V. H. tab. LII. fig. 6, 8.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy: in lacu Morskie Oko in saxis graniticis, ubi aquae ex lacu decurrunt; in lacu Toporowy staw: in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 56).

232. *T. flocculosa* (Roth) Kuetz. V. H. tab. LII. fig. 10—12.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska: in pratis ad Kasprusie; ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw Gąsienicowy; in hoc lacu atque in lacubus: Sobków-, Zielony-, Dwoisty- et Długi staw Gąsienicowy; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec et inter lacum Sobków- et Zielony staw; in catarracta inter lacum Zmarzły et Czarny staw (hic leg. prof. I. Król); in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat: in valle 5-Polonicorum lacuum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch; in aquis defluentibus supra

Czarny- et Zadni staw; in lacu Wielki staw (hic leg. prof. I. Król); in saxis irroratis iuxta viam in Roztoka supra catarractam Siklawa; in lacu Morskie Oko, Czarny staw atque in aquis defluentibus ad saxa iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in lacu Toporowy staw; in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis prope locum Capówka; in rivulis in valle Ciemnosmreczyńska; in uvidis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne; in lacu Szczyrbskie.

In vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicorum lacuum (Czarny staw) Zimna Woda (Schum l. c. 56).

var. *amphicephala* (Ehrb.) Grun.

Hab. in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *ventricosa* (Kuetz.) Grun.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; ad saxa catarractae Siklawa; ad Kurtkowiec cum var. praecedenti; in ripis lacus Toporowy staw.

Gen. Tetracyclus Ralfs 1843.

233. *T. rupestris* (A. Br.) Grun. V. H. tab. LII. fig. 13—14.

Hab. in uvidis ad ripam rivi in valle Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in valle Białe; ad catarractam Siklawica in valle Strążyska; in lacu Czarny staw Gąsienicowy, ubi aquae ex lacu decurrunt; in lacu Morskie Oko et ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa eiusdem lacus; inter muscos ad saxa in rivo Koprowy prope locum Pod Bańską.

In valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 56). Ad saxa iuxta catarractam Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 148).

234. *T. lacustris* Ralfs, De-Toni Sylloge pag. 747.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

Fam. **Eunotiaceae** Kuetz 1844.

Gen. Cystopleura Bréb. 1849.

235. *C. turgida* (Ehrenb.) Kunze.

var. *genuina* Grun

Hab. in fonte Lodowe u. s. (Schum. l. c. 51).

var. *zebrina* (Ehrenb.) Rabh.

Hab. prope Szmeks u. s.; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 51).

236. *C. gibba* (Ehrnbg.) Kunze (*Rhopalodia gibba* O. Müller. 1895 pag. 65. Tab. I. fig. 15—17).

Hab. in pratis humidis muscosis ad radices montis Nosal in Bystre.

In uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 149).

var. *parallela* Grun. V H. tab. XXXII. fig. 3. (*Rhopalodia parallela* O. Müller l. c. pag. 64. Tab. I. fig. 13, 14).

Hab. in uvidis muscosis vallis Olczyska.

var. *ventricosa* (Ehrbg.) Grun. V. H. tab. XXXII. fig. 4, 5. (*Rhopalodia ventricosa* O. Müller l. c. pag. 65. tab. I. fig. 20—21).

Hab. in pratis humidis in Kasprusie (Zakopane). In ripis lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 149).

237. *C. Argus* (Ehrnbg.) Kunze, V. H. tab. XXXI. fig. 15.

Hab. inter muscos ad ostium vallis Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in rivo vallium Białe et Ku Dziurze; in pratis humidis muscosis ad radices montis Nosal in Bystre; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko; inter muscos ad saxa in rivo Koprowy prope locum, qui Pod Bańską dicitur. In „mont. Tatricis" Kalchbrenner l. s. c.

var. *alpestris* (W. Sm.) Grun. (var. *amphicephala* Grun. V. H. tab. XXXI. fig. 19).

Hab. in pratis humidis ad radices montis Nosal in Bystre.

In valle Mięguszowiecka (Schum. l. c. 51). Ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 149).

var. *longicornis* (Ehrnbg.?) Grun. De-Toni l. c. pag. 783.

Long. = 110 μ, lat. = 13 μ, lat. later secund = 15 μ.

Hab. cum var. praecedenti.

238. *C. Zebra* (Ehrnbg.) Kunze V. H. tab. XXXI. fig. 7.

Hab. ad Nosal cum praecedentibus et in rivo vallis Białe.

var. *saxonica* (Kuetz.) Grun.

Hab. in fonte Lodowe (Schum. l. c. 51); ad ripas lacus Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 149).

Gen. Eunotia Ehrnbg. 1837.

239. *E. Arcus* Ehrnbg. V. H. tab. XXXIV. fig. 2.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in rivo vallis Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in valle Białe; in uvidis in valle Olczyska; in lacubus: Dwoisty staw et Długi (Kuklaty)

staw Gąsienicowy; in aquis ex nivibus prope Zawrat defluentibus; in lacu Toporowy staw.

Prope Szmeks; in vallibus Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny staw), Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 54).

In lacubus: Smreczyński- et Toporowy staw; in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 149).

var. *minor* Grun. V. H. ibid. fig. 3.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa aquis defluentibus irrorata supra lacum Czarny staw 5-Polonicorum lacuum; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

var. *hybrida* Grun. V. H. ibid. fig. 4.

Hab. ad catarractam Siklawica in valle Strążyska; in rivo vallis „Ku Dziurze“; in lacubus: Długi (Kuklaty) et Czarny staw Gąsienicowy; in aquis defluentibus inter saxa supra lacum Kurtkowiec; in catarracta inter lacum Zmarzły et Czarny staw; ad saxum aquis defluentibus irroratum iuxta viam in Roztoka ducentem supra catarractam Siklawa.

var. *tenella* Grun. V. H. ibid fig. 5—6.

Hab. in aquis defluentibus inter lacum Sobków et Zielony staw in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in turfosis silvae inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in uvidis muscosis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

var. *bidens* Grun. V. H. ibid. fig. 7., F. W. Mills and Philipp, The Diat. of Hull Distr. tab. XV. fig. 12.

Hab. in rivulo vallis Białe et in uvidis muscosis in valle Olczyska. Ad saxa iuxta catarractam Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 149).

form. *curta* Grun. Öster. tab. III (6) fig. 16. a—c.

Hab. in uvidis muscosis vallis Olczyska; in lacubus Zielony et Czarny staw Gąsienicowy; in lacu Mały staw 5-Polonicorum lacuum (hic leg. prof. I. Król).

var. *trigranulata* (Schum.) Gutw.

Hab. prope Szmeks loco 2·5 *km* occasum versus distanti; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum lacuum (Schum l. c. 52).

240. *E. maior* (W. Sm.) Rabenh.

Hab. in vallibus: Mięguszowiecka, Świstowa (Schum. l. c. 53); ad saxa iuxta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 149).

var. *bidens* Sm.

Hab. prope Szmeks; in vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum

lacuum (Czarny staw). Świstowa. Wielka. Zimna Woda (Schum. l. c. 54).

241. *E. gracilis* (Ehrnbg.) Rabenh. V. H. tab. XXXIII. fig. 1—2.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw; in lacubus: Sobków-. Dwoisty- et Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in lacubus: Przedni-. Wielki- et Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); ad viam supra catarractam Siklawa; in lacu Morskie Oko. ubi aqua defluit; in saxis aquis leniter defluentibus irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko (hic specimina cum fig. 200—201. tab. VIII in Pantocsek. Bac. d. Balaton congrua); in lacu Czarny staw. qui superius situs est; in parvis rivulis rivo Poduplazki affluentibus in valle Białej Wody; in lacu Toporowy staw; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in rivis in valle Ciemnosmreczyńska.

In lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 53).

242. *E. exigua* (Bréb.) Rabnh., Grun. Öster. tab. (6) III f. 15.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw; in ipso lacu et in lacubus: Sobków- et Zielony staw Gąsienicowy nec non in aquis defluentibus inter hos lacus; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in valle 5-Polonicorum stagnorum: Przedni- et Wielki staw (hic leg. prof. I. Król), scrobicula et uvida supra lacum Zadni staw et ad radices montis Kozi Wierch; in saxis aqua leniter defluenti irroratis iuxta viam in locum Roztoka supra catarractam Siklawa ducentem; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in lacu Toporowy staw. In rivulis in valle Ciemnosmreczyńska.

Prope Szmeks; in vallibus: Mięguszowiecka. 5-Polonicorum lacuum (Czarny staw), Świstowa. Wielka. Zimna Woda (Schum. l. c. 52). In catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 149).

243. *E. Nymmaniana* Grun. V. H. tab. XXXIV. fig. 8.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in rivo vallis. quae Ku Dziurze vocatur; inter saxa in aquis leniter defluentibus inter lacum Sobków staw et Zielony Gąsienicowy atque supra lacum Kurtkowiec; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko; in turfosis in silva inter valles: Pańszczyca et Sucha Woda; in lacu Szczyrbskie.

244. *E. pectinalis* (Dillw.?) Rabenh. De-Toni l. c. pag 793. (E. pectinalis var. minor (Kuetz.) Rbh. et var. *stricta* Rabnh.) V. H. tab. XVXIII. fig. 15.—16., 18., 20.—21.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in uvidis muscosis: in valle Olczyska, in declivitate Toporowa Cyrhla et prope Capówka; in lacubus: Sobków-, Dwoisty-, Długi- et Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec et inter lacus Sobków et Zielony staw Gąsienicowy; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw (hic leg. prof. I. Król); in valle 5-Polonicorum stagnorum: in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch, in lacu Wielki staw (hic leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko; ad saxa iuxta viam in ripa eiusdem lacus; in lacu superius sito Czarny staw; in lacu Toporowy staw. In rivulis in valle Ciemnosmreczyńska, in rivo Koprowy prope locum Pod Bańską; in magna catarracta rivi Kolbach.

Prope Szmeks; in vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum lacuum (Czarny- et Wielki staw), Świstowa. Zimna Woda (Schum. l. c. 53).

In uvidis prope Kurtkowiec, in catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 149).

for. *biundulata* Grun.

Hab. in uvidis prope Kurtkowiec; in catarracta Siklawa (Gutw. l. c. 149).

for. *4-undulata* Grun.

Hab. cum forma praecedenti (Gutw. l. c. 149).

245. *E. Soleirolii* (Kuetz.) Rabenh.

Hab. in lacubus: Smreczyński et Toporowy staw (Gutw. Fiz. XXII. 149).

246. *E. Smithii* Gutw. Prodromus pag. 424 (151) adnotatio 1. (*E. gracilis* W. Sm.).

Hab. prope Szmeks; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny et Wielki staw), Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 53).

247. *E. Veneris* Kuetz., Grun. Österr. tab. III. (6) fig. 17.

Hab. inter saxa in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in uvidis prope Capówka.

248. *E. incisa* Greg. var. *obtusiuscula* Grun. V. H. tab. XXXIV. fig. 35. B.

Long. = 18 μ, lat. = 7 μ, apex = 4 μ; striae ca 22 in 10 μ.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy; inter saxa in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum; in lacu Toporowy staw; in uvidis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

249. *E. praerupta* Ehrnbg. V. H. pag. 143. tab. XXXIV fig. 19.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in lacu Przedni et Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

var. *laticeps* Grun. for. *curta* O. Müller, Riesengeb. tab. III. fig. 30.

Hab. in aquis ex nivibus prope deflexionem iugi, quae Zawrat vocatur, defluentibus; in lacubus Przedni- et Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

var. *curta* Grun. V. H. tab. XXXIV fig. 24.

Hab. inter saxa in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko; in catarracta Siklawica in valle Strążyska.

var. *inflata* Grun. V. H. tab. XXXIV. fig. 17. et 23.

Hab. in lacubus Sobków-. Długi (Kuklaty) staw Gąsienicowy; Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król); Toporowy staw.

var. *bidens* Grun. V. H. tab. XXXIV. fig. 20.

Hab. in Antołówka; in lacubus: Toporowy staw atque in Przedni staw 5-Polonicorum lacuum; in rivulis in valle Ciemnosmreczyńska

form. *compacta* V. H. ibid. fig. 21.

Hab. in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in lacu Sobków staw Gąsienicowy; in rivo in valle Waksmundzka.

form. *minor* V. H. ibid. fig. 22.

Hab. ad saxa submersa ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw; in lacu Długi (Kuklaty) staw Gąsienicowy; in Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

var. *bigibba* Kütz. V. H. ibid. fig. 26.

In catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy; in lacu Czarny staw supra Morskie Oko.

for. *pumila* V. H. ibid. fig. 27.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in catarracta inter Zmarzły staw et Czarny staw cum var. praecedenti; ad saxa irrorata supra catarractam Siklawa iuxta viam in vallem Roztoka; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum; in rivo vallis Wáksmundzka.

250. *E. paludosa* Grun. Österr. tab. (6) III fig. 10, Schum. Tatra tab. I fig. 7. V. H. tab. XXXIV fig. 9.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; inter saxa supra lacum Kurtkowiec et in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in aquis ex nivibus prope Zawrat defluentibus; in lacu Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król.).

Prope Szmeks; in vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny- et Wielki staw), Świstowa, Zimna Woda (Schum. l. c. 53.

251. *E. alpina* Kuetz.

Hab. in valle Świstowa (Schum. l. c. 51).

252. *E. Diodon* Ehrnbg. V. H. tab. XXXIII fig. 5., Grun. Österr. tab. III (6) fig. 11.

Hab. inter saxa ad lacum Kurtkowiec; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in lacubus Przedni- et Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (ubi leg. prof. I. Król).

var. *diminuta* Grun. V. H. tab. XXXIII. fig. 7.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy ad ostium.

In vallibus: Mięguszowiecka, 5-Polonicorum stagnorum (Czarny staw), Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 51). In catarracta Siklawa; in uvidis prope Kurtkowiec (Gutw. l. c. 150).

253. *E. Camelus* Ehrenb. Schum. Tatra tab. I fig. 2.

Hab. in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

In vallibus Świstowa, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 52).

var. *denticulata* (Bréb.) Grun. (*E. quaternaria* Ehrb.).

Hab. in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 52).

254. *E. bidentula* W. Sm., Schum. Tatra tab. I. fig. 1.

Hab. inter saxa in aquis leniter defluentibus inter lacum Sobków- et Zielony staw Gąsienicowy.

Prope Szmeks; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum;

in vallibus Świstowa. Wielka. Zimna Woda (Schum. l. c. 51). In catarracta Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 150).

255. *E. impressa* Ehrenb. var. *angusta* V. H. tab. XXXIII. fig. 22.

Hab. in saxis aquis leniter defluentibus irroratis ad viam in ripa lacus Morskie Oko.

256. *E. tridentula* Ehrenbg., Schum. Tatra tab. I fig. 3., V. H. tab. XXXIV. fig. 30.

Hab. in uvidis muscosis in declivitate loci Toporowa Cyrhla et prope Capówka; in parvis rivulis rivo Podupłazki affluentibus in valle Białej Wody (hic abundanter!), in rivulis in valle Ciemnosmreczyńska; in uvidis muscosis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

Prope Szmeks; in valle Mięguszowiecka; in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 52). In uvidis prope lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 150).

257. *E. robusta* Ralfs, De-Toni Sylloge pag. 802.

Hab. in saxis submersis in aquis leniter defluentibus ad sinistram viae ex „Hala Gąsienicowa" prope lacum Czarny staw; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum.

var. *Papilio* Grun. V. H. tab. XXXIII. fig. 8.

Hab. in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy (hic leg. prof. I. Król); in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in stagnis ad radices montis Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego dicitur.

var. *tetraodon* (Ehrnb.) Ralfs V. H. ibid. fig. 11.

Hab. in lacu Morkie Oko; in lacu Toporowy staw; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla et prope locum Capówka.

In uvidis prope lacum Kurtkowiec leg. M. Raciborski. (Gutw. Fiz. XXII. 150).

Gen. Pseudo-Eunotia Grun. 1865.

258. *P. lunaris* (Ehrnbg.) Grun. V. H. tab. XXXV fig. 3., 6.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Koscieliska; in pratis humidis in Kasprusie (Zakopane); in uvidis prope Koziniec; in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec; in lacu Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); ad saxa aquis defluentibus irrorata iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in turfosis in silva inter valles Pańszczyca et Sucha Woda; in lacu

Toporowy staw; in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla, prope locum Capówka et ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

In fonte Lodowe; prope Szmeks; in vallibus: Mięguszowiecka, Świstowa, Wielka, Zimna Woda (Schum. l. c. 65).

In lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in ripis lacus Toporowy staw; in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 148).

var. *bilunaris* (Ehrb.) Grun.

Hab. in uvidis ad lacum Kurtkowiec (Gutw. Fiz. XXII. 148).

259. *P. alpina* (Naeg.) Grun. V. H. tab. XXXV. fig. 5.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy et in uvidis ad viam Clotildae cum praecedenti.

In vallibus: Mięguszowiecka et Zimna Woda (Schum. l. c. 66).

260. *P. depressa* Schum.

Hab. prope Szmeks; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 66).

261. *P. pachycephala* (Kuetz.) Grun. (*E. flexuosa* var. *pachycephala* Grun. V. H. tab. XXXV. fig. 7).

Hab. in lacubus: Toporowy staw et Morskie Oko.

262. *P. subarcuata* (Naeg.) Grun. Ins. Bank. V. H. tab. XXXV. fig. 2.

Hab. in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy (leg. prof. I. Król).

Gen. Ceratoneis Ehrenbg. 1840.

263. *C. Arcus* (Ehrnbg.) Kuetz.

Hab. in saxis graniticis in rivo Czarny Dunajec prope „Cracoviam Tatrensem“ in valle Kościeliska; in rivo et uvidis vallis Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in rivis vallium: Strążyska, Białe, Kuźnice, Olczyska et in uvidis vallis Olczyska atque in fonte „Wywierzysko“, ex quo rivus Olczyski potok nascitur; in lacubus: Czarny staw Gąsienicowy et Dwoisty staw, Morskie Oko, Czarny staw supra Morskie Oko; in saxis aqua defluenti irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko; in stagnis ad radices montis Mnich prope Wrota Chałubińskiego. In rivo Koprowy prope locum Pod Bańską; in magna catarracta rivi Kolbach.

Prope Szmeks; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka et Zimna Woda (Schum. l. c. 65). Ad saxa iuxta catarractam Siklawa (Gutw. Fiz. XXII. 150).

forma *curta* Holmboe Diat. fr. Indsjver i det sydlige Norg. fig. 10.
Hab. cum typo in Mała Łąka, Kuźnice et Białe.

var. *amphioxys* (Rabenh.) De-Toni l. c. pag. 814.
Hab. in magna catarracta rivi Kolbach. In valle Biała Woda (Schum. l. c. 65).

Ordo **Cryptorhaphideae** H. L. Sm. 1872.

Fam. **Xanthiopyxidaceae** P. Petit 1889.

Gen. **Stephanodiscus** Ehrnbg. 1845.

264. *S. Astraea* (Ehrnb.) Grun. V. H. tab. XCV. fig. 5. (*Cyclotella Astraea* Kuetz).

Hab. in lacu Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król). Ad muscos in catarracta vallis Wielka; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 80).

Fam. **Melosiraceae** Kuetz. 1844.

Gen. **Melosira** Ag. 1824.

265. *M. varians* Ag.

Hab. prope Szmeks; in valle Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 81); in lacu Smreczyński staw vallis Kościeliska (Gutw. Fiz. XXII. 150).

266. *M. distans* Kuetz. V. H. tab. LXXXIV. fig. 21—23.

Hab. in lacubus: Sobków- et Czarny staw Gąsienicowy, Toporowy staw; locis uvidis prope Capówka.

Prope Szmeks; in vallibus: Biała Woda, Mięguszowiecka, Quinque Polonicorum stagnorum (Czarny staw), Zimna Woda (Schum. l. c. 81).

var. *nivalis* (W. Sm.) Brun.. V. H. tab. LXXXVI fig. 25—27.
Hab. in catarracta inter lacum Zmarzły- et Czarny staw Gąsienicowy (leg. prof. I. Król), in lacubus: Sobków Gąsienicowy, Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).
In Lodowe fonte; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 81).

var. *scalaris* Grun. V. H. tab. LXXXVI. fig. 30. B. B.
Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy.

var. *alpigena* Grun. V. H. tab. LXXXVI. fig. 28—30. A.
Hab. in lacu Morskie Oko; in uvidis silvae prope Capówka.

267. *M. crenulata* (Ehrb.) Kuetz. V. H. tab. LXXXVIII f. 4—5.

Hab. in lacu Czarny staw Gąsienicowy; in Morskie Oko; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; in rivo vallis Waksmundzka.

var. *valida* Grun. in V. H. tab. LXXXVIII, fig. 8.

Hab. cum typo in lacu Czarny staw Gąsienicowy.

268. *M. granulata* (Ehrnbg.) Ralfs, V. H. tab. LXXXVII, fig. 7, 8.

Hab. in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat.

In lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum (Schum. l. c. 81).

269. *M. orichalcea* Kuetz.

Hab. prope Szmeks; in lacu Czarny staw 5-Polonic. stagnorum; in vallibus: Wielka et Zimna Woda (Schum. l. c. 81).

var. *crenulata* (Kuetz.) Kirch.

Hab. in Siklawa (Gutw. Fiz. XXII, 150).

270. *M. Roeseana* Rabenh., V. H. tab. LXXXIX, fig. 2—3; A. Schmidt, Atlas tab. X, fig. 23.

Diam. cell. = 29 μ—41 μ; long. = 51—59·4—66 μ.

Hab. inter Sphagna ad ripas lacus Czarny staw Gąsienicowy; in lacu Morskie Oko; in stagnis ad montem Mnich sub deflexione iugi, quae Wrota Chałubińskiego vocatur; in parvis rivulis rivo Podupłazki affluentibus in valle Biała Woda; in magna catarracta rivi Kolbach.

In saxis iuxta Siklawa catarractam (Gutw. Fiz. XXII, 150).

var. *spiralis* (Ehrnbg.) Grun., V. H. tab. LXXXIX, fig. 7.

Hab. in saxis irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko.

271. *M. arenaria* Moore.

Hab. in fonte Lodowe; in valle Wielka (Schum. l. c. 80).

Gen. Cyclotella Kuetz. 1833.

272. *C. antiqua* W. Sm., V. H. tab. XCII, fig. 1.

Hab. in lacu Mały staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

273. *C. comta* (Ehrnbg.) Kuetz. var. *radiosa* Grun., V. H. tab. XCIII, fig. 1—9.

Hab. in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); in lacu Morskie Oko.

274. *C. stelligera* Cleve et Grun., V. H. tab. XCIV, fig. 22—26.

Hab. in lacubus: Przedni et Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

275. *C. Kuetzingiana* Chauv.

Hab. in lacu Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in valle Zimna Woda (Schum. l. c. 80).

Class. Myxophyceae Stiz. 1860.

Ordo Gleosipheae Hansg.

Fam. Scytonemaceae (Stiz.) Bzi. 1878.

Gen. Stigonema Ag. 1824.

1. *S. informe* Kuetz., Bor. et Flah. Revis. III, pag. 75. (= *Sirosiphon lacustris* Rabenh. Algae exsicc. Nr. 611 et 1055).

Crass.: ramorum = 22—33—39 μ, ramulorum = 15 μ.

Hab. ad ripas lacus Czarny staw supra lacum Morskie Oko; in valle Roztoka prope catarractam Mickiewiczii in scrobiculo saxi granitici; in saxis aquis leniter defluentibus irroratis iuxta viam supra catarractam Siklawa.

2. *S. panniforme* (Ag.) Bzi., Hansg., pag. 23.

Crass.: ramorum = 26—30 μ, ramulorum c. vag. = 24 μ, s. vagina = 13·2 μ, long. cell. = 11 μ.

Hab. in Antołówka; iuxta viam supra Siklawa cum praecedenti; in aquis inter lacum Sobków staw et Zielony staw Gąsienicowy.

var. *alpinum* (Kuetz.) Hansg. l. c. pag. 23.

Crass. ramorum 35 μ—37·4 μ; ramulorum 1. ordinis 22—26—28·6—33 μ; long. cell. veg. 11 μ, lat. = 22 μ.

Hab. ad vias in Koziniec.

var. *compactum* (Kuetz.) Hansg. l. c. (Rabenh. Alg. exsicc. Nr. 694).

Crass.: ramorum et ramulorum = 15·4—19·8 μ, hormogon. = 11 μ.

Hab. in Bystre ad viam in Koziniec prope domum Johannis Gąsienica Harendzkii N-rus 2/2 47.

Gen. Scytonema Ag. 1824.

3. *S. myochrous* (Dillw.) Ag., Born. et Flah. Revis. III, pag. 105.

Crass. ramorum c. vag. = 26·4 μ, sine vag. = 15·4 μ.

„ ramulorum „ „ = 19·8 μ, „ „ = 8·8 μ.

Hab. in saxo aquis leniter defluentibus irrorato ad viam in vallem Roztoka iuxta catarractam Siklawa.

4. *S. figuratum* Ag., Born. et Flah. Revis. III, pag. 102.

Crass. c. vag. = 15·4—17·6 μ; crass. cell. veg. = 5·5=6·6 μ, long. = 6·6—11 μ; crass. cell. limit. = 5·5—8·8 μ, long. =

10—17·6 μ; crass. apic. filam. c. vag. = 13·2, sine vag. = 8·8 μ, long. cell. = 4·4 μ.

Hab. in ripis non submersis lacus Toporowy staw.

5. *S. Hofmanni* (Ag.) Thur., Hansg. Prodrom., pag. 33.

Crass. filam. cum vagin. = 15·4 μ — 16·5 μ.

„ cell. veg. = 8·8 μ, long. = 6·6—8·8—11 μ.

„ „ limit. = 11 μ, long. = 15·4—19·8 μ.

„ „ hormog. = 8·8 μ, long. = 4·4—6·6 μ.

Hab. in saxis supra viam in ripa lacus Morskie Oko, quae ad lacum Czarny staw ducit.

Gen. **Tolypothrix** Kuetz.

6. *T. lanata* (Desv.) Wartm., Hansg. l. c. pag. 38.

Crass. filam. c. vag. = 6·6—8·8 μ, long. cell. = 6·6 μ.

In thallo *Trenthepohliae aureae* in declivitate montis Gewont, quae ad meridiem vergit. iuxta viam in locum, qui „hala Kondratowa“ dicitur.

Gen. **Plectonema** Thur. 1875.

7. *P. Tomasianum* (Kuetz.) Born. Hansg. l. c. pag. 40.

Crass. filam. c. vag. = 11 μ. s. vag. = 6·6 μ; long. cell. = 5·5 μ.

Hab. in Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

Gen. **Desmonema** Berk. et Thw.

8. *D. Wrangelii* (Ag.) Bor. et Flah., Bzi., Morf. e Biol. delle alghe ficochr., tab. IX et X.

Crass. cell. veg. = 9—10 μ, long. = 4·4—3 μ.

„ „ limit. = 9—10 μ, long. = 13·2 μ.

Hab. in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat; ad saxa in rivo sub montibus Miedziane supra lacum Morskie Oko fluenti; in magna catarracta rivi Kohlbach. Inter lacum Morskie Oko et vallem Roztoka; in rivo Sucha Woda ex lacu Czarny staw fluenti. (Rost. Rozpr. X. 291).

Fam. **Rivulariaceae** (Stiz.) Rabenh.

Gen. **Rivularia** (Roth.) Ag. 1824.

9. *R. haematites* (D. C. 1806) Ag. 1824. Born. et Flah. Rev. II, pag. 350, Rabenh. Alg. exsic. Nr. 680.

Hab. in valle Strążyska in Siklawica catarracta nec non in pa-

rietibus vallis aquis irroratis, qui in orientem vergunt; in lacubus Morskie Oko et Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

Cras. fil. = 4·4—5·5—6·6 μ, long. cell. = 4·4 μ.

„ fil. cum vagina = 15·4 μ.

Gen. Calothrix Ag. 1824.

10. *C. parietina* (Näg.) Thur. var. *pluvialis* (A. Br.) Hansg. l. c. pag. 49.

Hab. in valle Roztoka prope catarractas Mickiewiczii in scrobiculo saxi granitici.

11. *C. solitaria* Kirch. Hansg. l. c. pag. 51.

Hab. in lacu Czarny staw supra Morskie Oko ad saxa.

12. *C. Orsiniana* (Kuetz.) Thur.

Hab. in catarracta Siklawica in valle Strążyska. (Rac. Pam. XVII, 99).

Fam. **Nostoceae** (Kuetz.) Born. et Flah.

Gen. Nostoc Vauch. 1803.

13. *N. Linckia* (Roth.) Born., Hansg. l. c., pag. 58.

Crass. cell. veget. = 4·4 μ, limitanearum 6·6 μ = long.

Long. „ „ = 3·7—4·4 μ.

Hab. in muscis in fonte „Wywierzysko", ex quo rivus Olczyski potok in valle Olczyska nascitur.

14. *N. muscorum* Ag., Hansg. l. c., pag. 60.

Crass. cell. veg. = long. = 4·4 μ; limit. cr. = long. = 6·6 μ.

Hab. in saxis ad catarractam Siklawica in valle Strążyska.

15. *N. commune* Vauch., Hansg. l. c., pag. 62.

Crass. cell. veg. = 4·4—5·5—6·6 μ; long. ante division. = 5 μ, p. divis. = 4·4 μ; crass. cell. limit. = 6·6—8·8 μ.

Crass. vaginarum = 11—13·2—14·4 μ.

Hab. in Zakopane ad vias graminosas „popod regle"; in valle Strążyska in Siklawica et ad vias graminosas; in Bystre ad viam, quae ad Pardołówka ducit; in declivite montis Krokiew ad viam in Kalatówki prope domicilium Albertinorum.

16. *N. macrosporum* Menegh.

Hab. in montibus Tatrensibus (a Tátrán) Kalchbr., pag. 355.

Gen. Anabaena Bory 1822.

17. *A. variabilis* Kuetz., Hansg. l. c., pag. 67.

Crass. filam. = 6 μ, long. cell. veg. = 4·4 μ, crass. cell. veg. = 5·5 μ, crass. sporarum = 8·8 μ.

Hab. in lacu Szczyrbskie.

18. *A. flos aquae* (Lyngb.) Bréb. Hansg. l. c., pag. 68.

Hab. in uvidis muscosis ad viam Clotildae inter Westerowo et Hagi Wyżne.

19. *A. Ralfsii* (Thwait.) Hansg. l. c., pag. 70.

Crass. cell. veg. = 4·4 μ, crass. sporar. = 6·6 μ, long. sporar. = 11 μ.

Hab. in fossis ad viam publicam inter Bystre et Jaszczurówka.

20. *A. stagnalis* Kuetz. Hansg. l. c., pag. 70.

Crass. cell. veget. = 3·3 μ, long. = 4·4 μ.
„ „ limit. = 4 μ, „ = 6 μ.
„ sporae = 8 μ, „ = 22 μ.

Hab. in uvidis muscosis declivitatis loci Toporowa Cyrhla; in lacu Szczyrbskie.

21. *A. licheniformis* Bory, Hansg. l. c., pag. 71.

Crass. sporarum = 9 μ, long. sporar. = 26·4 μ.

Hab. inter Sphagna in ripis lacus Toporowy staw. 13. VII. 1899.

Fam. **Lyngbyaceae.**

Gen. Microcoleus Desmaz. 1823.

22. *M. vaginatus* Gomont Mon., pag. 93, var. *Vaucheri* (Kuetz.) Gom. tab. XIV, fig. 12.

Crass. filam. = 4·4 μ—6·6 μ, long. cell. veg. = 3—4·4—6·6—8·8 μ, crass. apic. ramul. 3—3·3 μ.

Hab. in fonte „Wywierzysko", ex quo rivus Olczyski potok nascitur, in valle Olczyska; in lacu Morskie Oko.

Gen. Schizothrix Kuetz. 1843.

23. *S. lacustris* A. Br., Gom. Monog., pag. 39, tab VI, fig. 9.

Hab. inter saxa in aquis defluentibus supra lacum Kurtkowiec.

24. *S. penicillata* (Kuetz.) Gom. l. c., pag. 43, tab. VII, fig. 8—9.

Crass. filam. = 2·4 μ, long. cell. = 6·6 μ.

Hab. in saxis submersis in rivo vallis Białe.

25. *S. Friesii* (Ag.) Gom. Mon., pag. 54—55, tab. IX, fig. 1—2.

Crass filam. = 6·6 μ, long. cell. = 2·2—4·4 μ; long. cell. ad apic. filam. = 6·6 μ—11 μ.

Hab. inter lacum Sobków et Zielony staw Gąsienicowy.

Gen. Symploca Kuetz. 1843.

26. *S. muscorum* (Ag.) Gom. l. c., pag. 130, tab. II, fig. 9.

Crass. fil. c. vag. = 11—13·2 μ.

„ „ s. „ = 8·8 μ, cell. veg. long. = 8·8 μ.

Hab. in Antołówka.

Gen. Lyngbya Ag. 1824.

27. *L. nigra* Ag., Gom. Mon., pag. 165, tab. III, fig. 16.

Crass. c. vag. = 11 μ, s. vag. = 8·8 μ; long. cell. = 2·2—4·4 μ.

Hab. in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

28. *L. Martensiana* Menegh., Gom. Monog., pag. 165, tab. III, fig. 17.

Crass. s. vag. = 8·8 μ, c. vag. = 11 μ; long. cell. = 2·2 μ.

Hab. in scrobiculis et in aquis leniter defluentibus supra lacum Zadni staw.

29. *L. spirulinoides* Gom. Mon., pag. 166. tab. III. fig. 18. et 19.

Crass. c. vag. 11 μ; long. cell. = 3·3 μ.

Hab. in rivulis in valle Ciemnosmreczyńska.

30. *L. aerugineo-caerulea* (Kuetz.) Gom. Mon., pag. 166, tab. IV, fig. 1.

Crass. c. vag. = 6 μ, sine vag. = 4·4—5·5 μ; long. cell. 2·2 μ.

Hab. inter saxa in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec et in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat.

Gen. Phormidium Kuetz. 1843.

31. *P. foveolarum* (Montagne) Gom. Mon., pag. 184, tab. IV, fig. 16.

Hab. in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat.

32. *P. Retzii* Gom. Mon., pag. 195, tab. V, fig. 6—8.

Crass. c. vag. = 11 μ, sine vag. 8·8 μ, long. cell. = 3·66 μ — 4·4 μ.

Hab. in aquis ex thermis Jaszczurówka defluentibus; in uvidis aqua defluenti irroratis prope locum Capówka; in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat (hic observavi specimina, quae cellulam apicalem modo truncatam ut in fig. 6 apud Gomont l. c. modo rotundatam praebent); in rivo rapide fluenti in valle Waksmundzka.

33. *P. ambiguum* Gom. Mon., pag. 198, tab. V, fig. 10.

Crass. cum vag. = 11 μ, s. vag. = 8 μ! long. cell. = 2·2 μ.

Hab. ad saxa in rivo Bystra rapidissime fluenti in Kuźnice.

34. *P. lucidum* Kuetz., Gom. Mon., pag. 199, tab. V, fig. 11—12.
Crass. filam. = 7 μ, long. cell. = 2·2—4·4 μ.
Hab. in catarracta Siklawica in valle Strążyska.
35. *P. favosum* (Bory) Gom. Mon., pag. 200 et 201, tab. V, fig. 14.
Crass. filam. 4·4—5·5 μ, long. cell. = 4·4 μ.
Hab. in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).
36. *P. subfuscum* Kuetz., Gom. Mon., pag. 203, tab. V, fig. 17—20.
Crass. filam. = 5·5 μ, lg. cell. = 2·2—2·5 μ.
Hab. in lacu Długi (Kuklaty) staw Gąsienicowy.
var. *Joannianum* (Kuetz.) Gom. l. c., pag. 204.
Crass. filam. = 4·5—7 μ, long. cell. = 2·2—3·3—4·4—7 μ.
Hab. in saxis inter *Hydrurum* in rivo Olczyski potok in valle, Olczyska; in rivo Bystra in Kuźnice atque in fonte eiusdem rivi qui Wywierzysko Bystrej vocatur.
37. *P. uncinatum* Gom. Mon., pag. 204, tab. V, fig. 21 et 22.
Crass. filam. = 4·4—5·5—6·6 μ, long. cell. = 2·2—3·6—4·4 μ; crass. apic. = ca. 4 μ.
Hab. ad saxa in rivo Czarny Dunajec prope „Cracoviam Tatrensem" in valle Kościeliska; in aquis ex thermis Jaszczurówka defluentibus; in rivo Bystra in Kuźnice; in rivo Olczyski potok cum specie praecedenti; in muscis fontis „Lodowe" ad viam in Zawrat; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); in parvis rivulis rivo Podupłazki affluentibus in valle Białej Wody.
38. *P. autumnale* Gom. Mon., pag. 207—209, tab. V, fig. 23 et 24.
Crass. filam. = 4·4 μ; long. cell. = 2·2—3·3—4·4 μ; cell. apic. crass. = 2·5 μ.
Hab. in lacu Długi (Kuklaty) staw Gąsienicowy; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat; ad saxa submersa in lacu Morskie Oko.
39. *P. Setchellianum* Gom. Mon., pag. 210, tab. V, fig. 25 et 26.
Crass. filam. = 4·4 μ, long. cell. = 6·6 μ.
Hab. in scrobiculis et locis aqua leniter defluenti irroratis supra lacum Zadni staw.
40. *P. Boryanum* Kuetz.
Hab. in mont. Tatrensibus, in monte Krzywań („a Tátrán, a Kriván") Kalchbr., l. s. c., pag. 354.

Gen. Oscillatoria Vauch. 1803.

41. *O. Agardhii* Gom. Mon., pag. 225.

Crass. filam. = 4·4 μ; long. cell. = 3·3 μ.

Hab. in scrobiculis et locis aqua leniter defluenti irroratis supra lacum Zadni staw.

42. *O. prolifica* (Grev.) Gom. Mon., pag. 225, tab. VI, fig. 8.

Crass. filam. = 3·3 μ, long. cell. = 4·4 μ

Hab. in lacu Wielki staw 5-Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król).

43. *O. sancta* Kuetz., Gom. Mon., pag. 229—230, tab. VI, fig. 12.

Crass. filam. = 10—11 μ, long. cell. = 2·2 μ—4·4 μ.

Hab. in saxis submersis in rivo vallis, quae Ku Dziurze vocatur, et inter *Phormid. subfuscum* var. *Joannianum* in rivo Bystra in Kuźnice.

44. *O. simplicissima* Gom. Mon., pag. 239, tab. VII, fig. 1.

Crass. filam. = 8·8 μ, long. cell. = 2·2 μ.

Hab. in aquis ex lacu Czarny staw Gąsienicowy decurrentibus in valle prope lacum ipsum; in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat.

45. *O. tenuis* Ag., Gom. Mon., pag. 240—241, tab. VII, fig. 2 et 3.

var. *natans* (Kuetz.) Gom. Mon., pag. 241.

Crass. filam. = 7—7·5 μ—9·9 μ; crass. apic. 4·4 μ, long. cell. = 6 μ.

Hab. in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy atque in Wielki staw 5 Polonicorum stagnorum (leg. prof. I. Król); in uvidis prope locum Capówka.

var. *tergestina* Rabenh., Gom. Mon., pag. 241.

Hab. in uvidis graminosis muscosis in silva prope Koziniec.

46. *O. amphibia* Ag., Gom. Mon., pag. 241—242, tab. VII, fig. 4 et 5.

Crass. filam. = 2·2 μ, long. cell. = 3·6 μ—4·4—6·6 μ.

Hab. in lacu Długi (Kuklaty) staw Gąsienicowy.

47. *O. splendida* Grev., Gom. l. c., pag. 244, tab. VII, fig. 7.

Hab. in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum.

var. *attenuata* W. and G. West, New Brit. Freshw. Algae, pag. 164, tab. IV, fig. 58.

Hab. in lacu Szczyrbskie.

48. *O. amoena* (Kuetz.) Gom. l. c., pag. 245, tab. VII, fig. 9.

Hab. in magna catarracta rivi Kolbach.

49. *O. brevis* Kuetz., Gom. l. c., pag. 249, tab. VII, fig. 14.

Hab. ad saxa submersa in rivo Bystra rapidissime fluenti in valle Kuźnice.

50. *O. formosa* Bory, Gom. l. c., pag. 250, tab. VII, fig. 16.

Crass. filam. = 4·4—6·6 μ, long. cell. = 2·2—4·4 μ.

Hab. in saxis aquis leniter defluentibus irroratis ad sinistram viae ex loco Hala Gąsienicowa prope lacum Czarny staw Gąsienicowy; inter saxa supra lacum Kurtkowiec; in saxis aqua leniter defluenti irroratis iuxta viam in ripa lacus Morskie Oko ducentem.

51. *O. chalybea* Mertens, Gom. Mon., pag. 252—253, tab. VII, fig. 19.

var. *genuina* Gom. l. c., pag. 253.

Hab. inter saxa in aquis leniter defluentibus supra lacum Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum.

52. *O. beggiatoiformis* (Grun.) Gom. l. c., pag. 255, tab. VI, fig. 25.

Specimina nostra r e c t a crassitud. = 6·6 μ, longitud. = 8·8—6·6—4·4 μ et cras. apic. = 3·3 μ praebent.

Hab. in uvidis muscosis in silva prope Koziniec.

Ordo **Chamaesiphonaceae.**

Fam. **Chamaesiphoneae.**

Gen. **Sphaerogonium** Rostaf. 1883.

53. *S. incrustans* (Grun.) Rostaf. Rozpr. X, pag. 282.

Hab. ad muscos aquaticos in rivo in valle Ku Dziurze. — In Zakopane; in valle Młynica (Rost. Rozpr. X, 282).

54. *S. minutum* Rostaf.

Hab. in lacu Morskie Oko (Jezioro Rybie). (Rost. Rozpr. X, 290).

55. *S. subglobosum* Rostaf.

Hab. in Kuźnice ad Zakopane (Rost. l. c. 291).

56. *S. amethystinum* Rostaf.

Hab. inter vallem Roztoka et lacum Morskie Oko; in rivo Sucha Woda (Rost. l. c. 291).

57. *S. gracile* Rostaf. *(Chamaesiphon Rostafińskii* Hansg.).

Hab. in valle Strążyska (Rost. l. c. 294).

58. *S. fuscum* Rostaf.

Hab. in Zakopane; in Kalatówki (Rost. l. c. 295).

59. *S. polonicum* Rostaf.

Hab. in valle Kościeliska; in lacu Czarny staw (Rost. Rozpr. X, 299).

Gen. **Chamaesiphon** A. Braun et Grun.

60. *C. confervicola* A. Br., Hansg. Prodr., pag. 124.

Hab. in fonte Lodowe in valle Kościeliska; in rivo Bystra rapidissime fluenti in Kuźnice; in aquis ex lacu Czarny staw Gąsienicowy decurrentibus in valle prope ipsum lacum; in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat; inter saxa in *Hypno* in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec; ad saxa in rivo ad Miedziane supra lacum Morskie Oko; in aquis leniter defluentibus supra lacum Czarny staw 5-Polonicorum stagnorum; in rivo rapide fluenti in valle Waksmundzka; in catarracta magna rivi Kolbach.

var. *Schiedermayeri* (Grun.) Bzi.

Hab. in Kuźnice cum typo.

var. *curvatus* (Nordst.) Bzi. Morf. et Biol. d. alghe ficochromaceae, pag. 313, Nordst. Sandv. tab. I, fig. 1.

Hab. in Kuźnice cum varietate praecedenti; supra lacum Kurtkowiec cum typo; in catarracta inter lacum Zmarzły staw et Czarny staw Gąsienicowy nec non in uvidis et in rivo vallis Mała Łąka (leg. prof. I. Król); in rivo in valle Waksmundzka; in catarracta magna rivi Kolbach.

Gen. **Pleurocapsa** Thr. em. Lagerh.

61. *P. minor* Hansg. l. c., pag. 126.

Hab. in fonte „Lodowe“ ad viam in Zawrat.

62. *P. cuprea* Hansg. l. c., pag. 128.

Hab. in foliis muscorum in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

Ordo **Chroococcoideae.**

Fam. **Chroococcaceae.**

Gen. **Gleothece** Naeg. 1849.

63. *G. rupestris* (Lyng.) Bor., Hansg. l. c., pag. 136.

Hab. in catarracta Siklawica in valle Strążyska.

Gen. **Aphanothece** Naeg. 1849.

64. *A. microscopica* (Menegh.) Rabenh. Hansg. l. c., pag. 138.

Cellulae crass. $= 3\ \mu$, long. $= 4{\cdot}4\ \mu$.

Hab. in lacu Dwoisty staw Gąsienicowy.

Gen. **Synechococcus** Naeg. 1849.

65. *S. maior* Schröt., Hansg. l. c., pag. 139.

Crass. cell. = 22 μ, long. = 26·4 μ.

Hab. inter Sphagna in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in scrobiculis et uvidis supra lacum Zadni staw 5-Polonic. stagnorum; in scrobiculis turfosis ad radices montis Kozi Wierch in valle 5-Polonicorum stagnorum.

var. *crassior* Lagerh. Hansg. l. s. c.

Crass. cell. = 26·4—28·6 μ; long. = 33—35 μ.

Hab. in Sobków staw Gąsienicowy.

Gen. **Glaucocystis** Itzigs. 1854.

66. *G. nostochinearum* Itzigs., Lagerh. Ber. d. d. b. Ges. 1884. Bd. II. Hft. 7, pag. 304, fig. 2, 3.

Long. = 33 μ, lat. = 15·4 μ.

Hab. in valle Białe; in declivitate loci Toporowa Cyrhla; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum lacuum (hic leg. prof. I. Król).

? var. *gigas* nova var.?

Long. = 44 μ, lat. = 28·6 μ.

Hab. in lacu Sobków staw Gąsienicowy.

Gen. **Coccochloris** Sprengel.

67. *C. stagnina* Spreng. var. *prasina* (A. Br.) Richt., Hansg. l. c. pag. 141.

Hab. in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla ad dextram viae publicae ex Jaszczurówka in locum Roztoka ducentis.

Gen. **Merismopedia** Meyen. 1839.

68. *M. glauca* (Ehrenb.) Naeg., W. and G. S. West Alga-Flor. of Yorks. pag. 154, Nr. 765.

Hab. in lacu Smreczyński staw in valle Kościeliska; in catarracta Siklawica in valle Strążyska; in uvidis ad rivum vallis Mała Łąka (hic leg. prof. I. Król); in lacubus: Dwoisty, Czarny staw Gąsienicowy, Morskie Oko; in Przedni staw 5-Polonicorum stagnorum (hic leg. prof. I. Król).

69. *M. elegans* A. Br.

Lat. cell. = 5·5 μ; long. = 8·8 μ.

Hab. in lacu Zielony staw Gąsienicowy.

Gen. **Tetrapedia** Reinsch 1867.

70. *T. glaucescens* (Wittr.) Boldt.

Hab. in saxis submersis in lacu Morskie Oko.

Gen. **Coelosphaerium** Näg. 1849.

71. *C. Kützingianum* Naeg., Hansg. l. c., pag. 142.

Hab. in lacubus: Dwoisty staw Gąsienicowy. Czarny staw supra lacum Morskie Oko; in lacu Przedni staw 5-Polonicorum lacuum (hic leg. prof. I. Król).

Gen. **Gomphosphaeria** Kuetz. 1836.

72. *G. aponina* Kuetz., Hansg. l. c., pag. 143.

Hab. in lacu Czarny staw supra Morskie Oko; in Toporowy staw et in lacu Szczyrbskie.

var. *olivacea* Hansg. l. c., pag. 144.

Hab. in fonte „Lodowe" ad viam in Zawrat.

Gen. **Gloeocapsa** (Kuetz.) Naeg. 1849.

73. *G. fusco-lutea* Naeg.

Hab. in montibus Tatrensibus („a Tátrán") Kalchbr. l. s. c., pag. 352.

74. *G. purpurea* Kuetz., Hansg. l. c., pag. 147.

Hab. inter saxa granitica in aquis leniter defluentibus supra lacum Kurtkowiec atque inter lacum Sobków et Zielony staw Gąsienicowy.

75. *G. rupestris* Kuetz.

Hab. in catarracta Siklawica in valle Strążyska.

— *G. spec.?*

Cell. c. integ. lat. = 6·6 μ, long. = 11 μ.
familiae „ = 2·2 μ, „ = 26·4 μ.

Hab. in lacu Toporowy staw inter Sphagna.

Gen. **Aphanocapsa** Naeg. 1849.

76. *A. membranacea* Rabenh., Hansg. l. c., pag. 156.

Hab. in saxis aqua leniter decurrenti irroratis ad viam in ripa lacus Morskie Oko.

77. *A. montana* Cram., Hansg. l. c., pag. 157.

Hab. inter saxa in aquis leniter defluentibus inter lacum Sobków et Zielony staw Gąsienicowy.

Gen. **Chroococcus** Näg. 1849.

78. *C. macrococcus* (Kuetz.) Rabenh., Hansg. l. c., pag. 159.

Diam. cell. = 33 μ—45 μ; long. fam. 2-cell. = 103 μ. lat. = 77 μ.

Hab. in Antołówka, locis uvidis; in lacu Toporowy staw.

79. *C. turgidus* (Kuetz.) Naeg., Hansg. l. c., pag. 161.

Long. cell. s. integ. = 22 μ, c. integ. = 30·8 μ—33 μ.

Lat. „ „ „ = 11—15·4 μ, c. integ. = 24 μ.

Fam. **Cryptoglenaceae.**

(?) Gen. **Asterothrix** Kuetz.

80. *A. tripus* A. Br., Hansg. l. c., pag. 167.

Hab. in rivo in valle Ku Dziurze.

Class. **Flagellatae.**

Ordo **Chrysomonadineae.**

Fam. **Ochromonadaceae.**

Gen. **Dinobryon** Ehrenb.

1. *D. Sertularia* Ehrenb. Lemmer., Beitr. z. Kennt. d. Planktonalg. Ber. d. d. bot. Gesel. XVIII. B. 1900. pag. 514, tab. XVIII fig. 9—10.

Long. = 39·7 μ; lat. orif. = 11 μ; lat. constr. = 7·7 μ.

Hab. in Toporowy staw. 13.VII, 1899.

2. *D. protuberans* Lemm. l. c., tab. XVIII, fig. 12—16.

Long. = 30 μ, lat. med. = 10 μ, lat. orific. = 8·8 μ, infra orific. = 6·6 μ.

Hab. in Sobków staw Gąsienicowy.

3. *D. sociale* Ehrb. Lemm. XV, Das Phytopl. ein. Plöner See 1903, pag. 164, fig. 7 b.

Hab. cum praecedenti.

4. *D. cylindricum* Imhof.

var. *divergens* (Imhof.) Lemm. Beitr. z. Kenntn. d. Planktonalg. Ber. d. d. bot. Ges. XVIII. B. 1900, pag. 517, tab. XIX, fig. 17, 19 et 20.

Hab. in lacu Toporowy staw.

var. *holsaticum* Lemm. Forschgsber. a. d. biol. St. in Plön. X. 1903, pag. 162, fig. 6.

Hab. ad saxa submersa in lacu Morskie Oko.

var. *palustre* Lemm.

Long. = 37 μ, lat.: medii = 8·8 μ, orific. = 11 μ, colli = 6·6 μ.

Hab. in Sobków staw Gąsienicowy.

Fam. **Euglenidae** Stein.

Gen. Euglena Ehrb.

5. *E. viridis* Ehrenb., Hansg. l. c., pag. 170.

Hab. in Czarny staw Gąsienicowy et in uvidis declivitatis loci Toporowa Cyrhla.

6. *E. pyrum* (Ehrenbg.) Schmitz, Hansg. l. c., pag. 173.

Hab. in Toporowy staw.

Explicatio tabularum.

Tabula VII.

Fig. 1. *a—e) Binuclearia tatrana* Wittr.
- *a)* apex filamenti, chlorophorum anuliforme monstrans 650 ×.
- *b)* chlorophorum anuliforme 650 ×.
- *c)* cellula in aspectu verticali; chlorophor. anuliforme 650 ×.
- *d)* pars filamenti; cellulae tres chlorophora anuliformia uno latere in longitudinem diffissa monstrantes; margo anuli alter altero occultatur 660 ×.
- *e)* Acinetae; ad sinistram pars cellulae cum chlorophoro anuliformi, cuius margines rima oblonga disiunguntur. 440 ×.

Fig. 2—3. *Binuclearia tatrana* Wittr.
- 2. Filamentum 5-cellulare; in medio cellularum nuclei singuli. 1200 × (haematoxylina).
- 3. Media in parte cellulae duae poro circulari apertae. 660 ×.

Fig. 4. *Trentepohlia malliformis* nov. spec.
- *a) c) d)* Zoogonidangium e latere 650 ×, *c) d)* 280 ×.
- *b)* zoogonidangium ex polo breviore spectatum. 280 ×.
- *e)* cellula suffultoria zoogonidangii. 880 ×.
- *f)* ramificatio filamenti.

Fig. 5. *Scenedesmus costatus* Schmidle var. *poriferus* nov. var. 430 ×.

Fig. 6. *? Tetraëdron irregulare* (Reinsch) De-Toni 440 ×.

Fig. 6* *Cylindrocystis Brébissonii* Menegh. forma *minor* West zygota: *a)* e fronte, *b)* e latere visa 440 ×.

Fig. 7. *Penium exiguum* West var. *attenuatum* nov. var. 440 ×.

Fig. 8. *Penium rufescens* Cleve 440 ×.

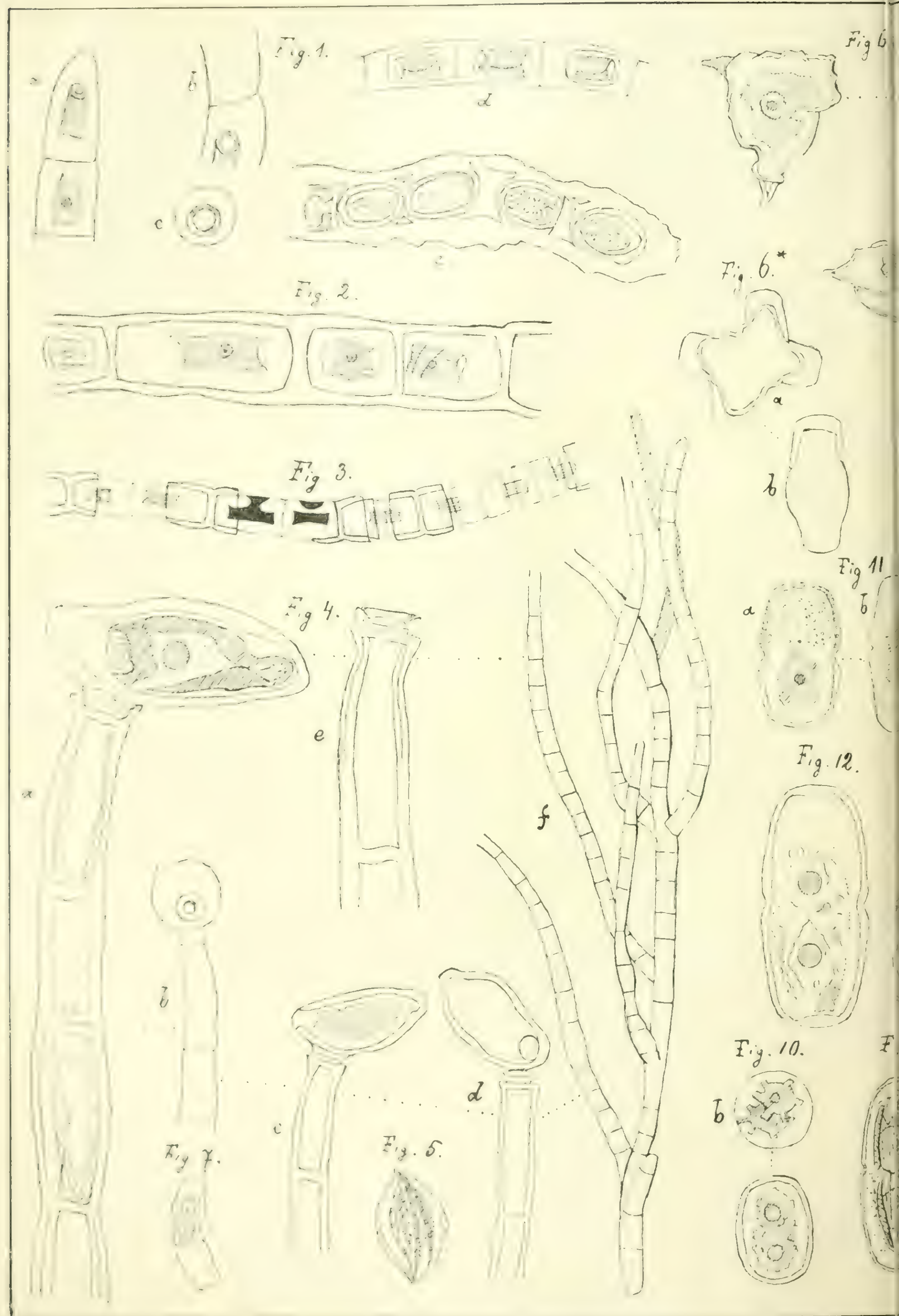
Fig. 9. *Penium Mooreanum* Archer cum zygota: *a)* e fronte, *b)* e latere.

Fig. 10. *Disphinctium cruciferum* (De-By) Hansg. var. *tatricum* nov. var. *a)* e fronte, *b)* e vertice visum 440 ×.

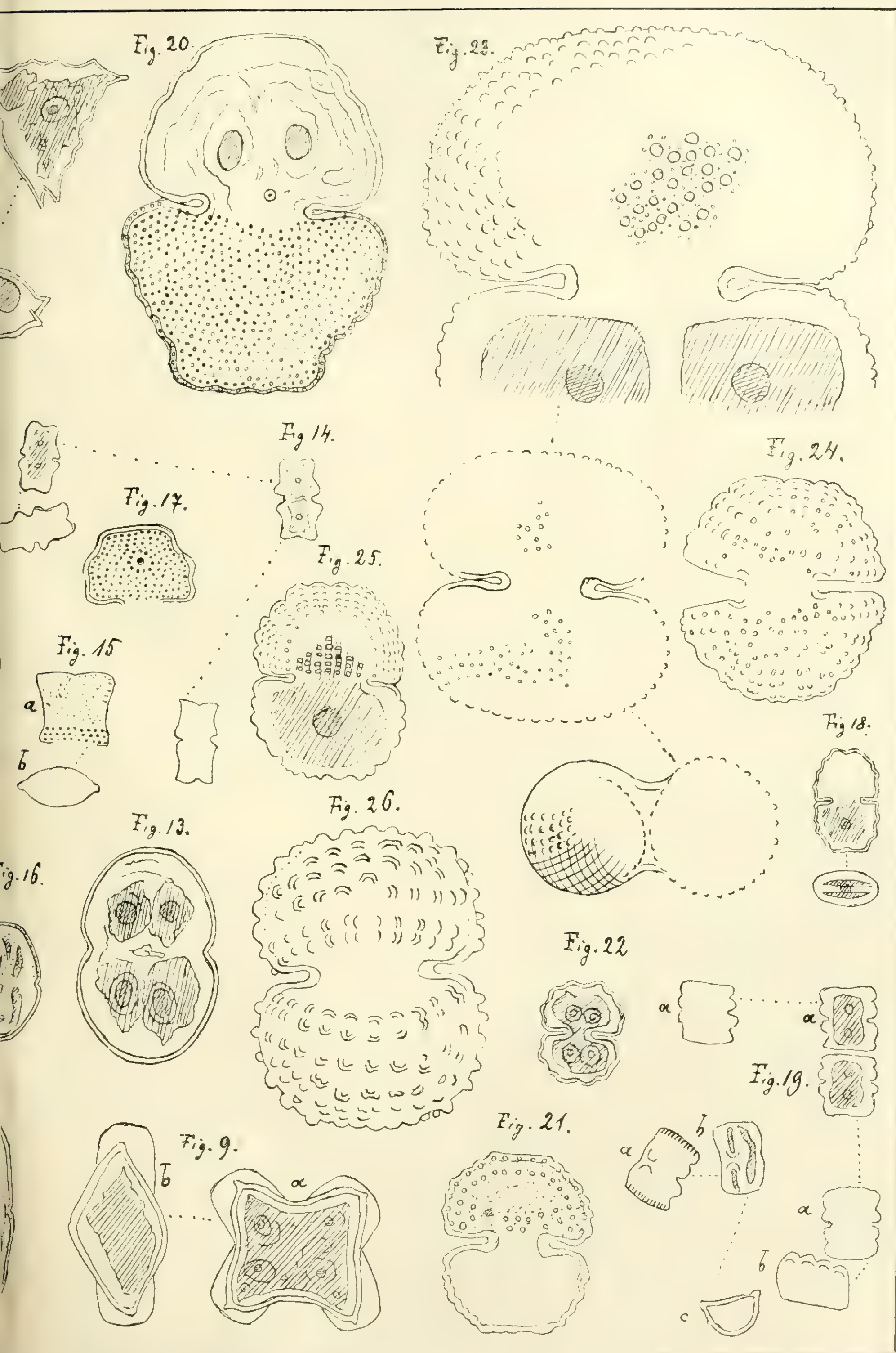
Fig. 11. *Disphinctium Cucurbita* (Bréb.) Reinsch. var. *inflatum* nov. var. *a)* e fronte, *b)* e latere visum 440 ×.

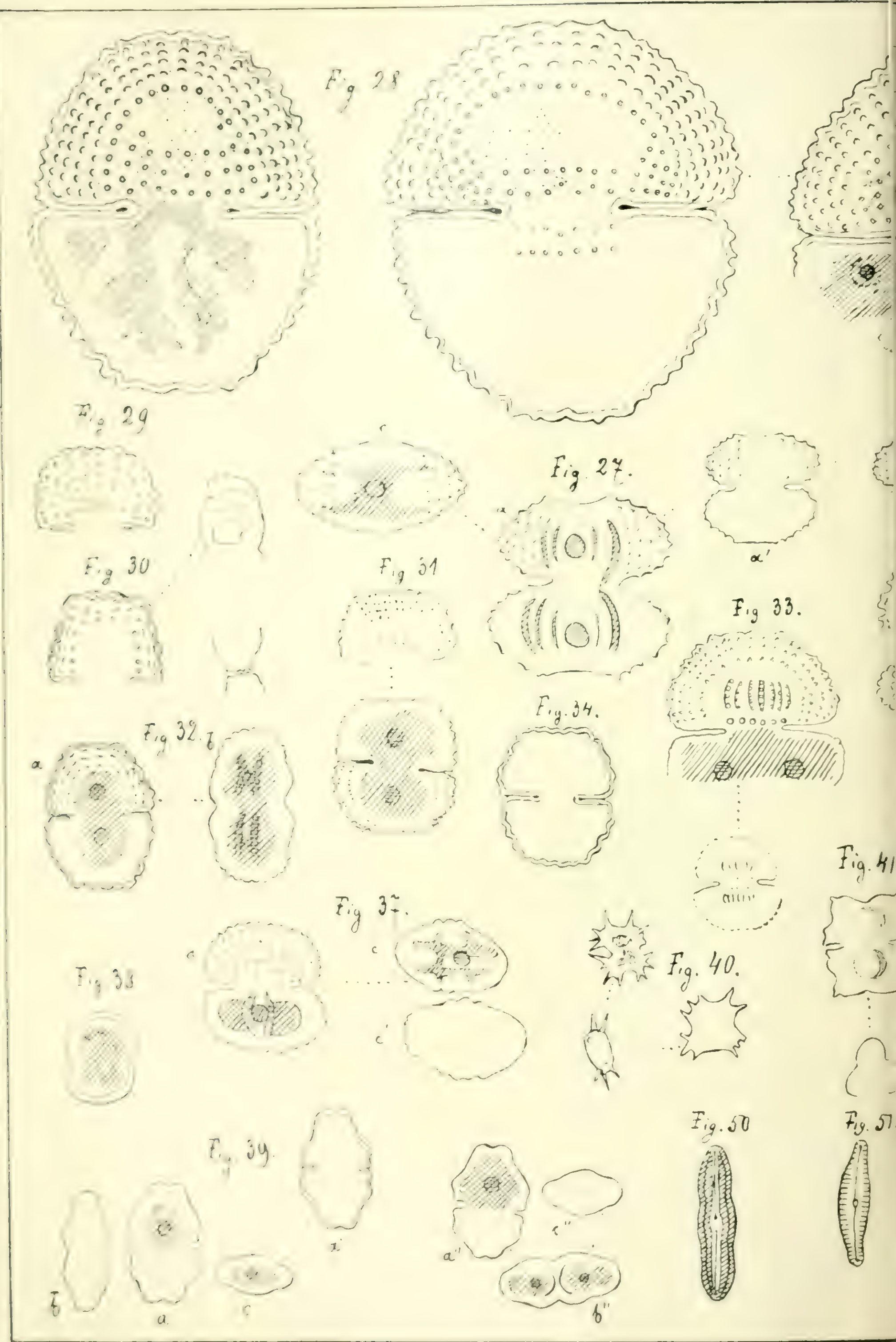
Fig. 12. *Disphinctium Thwaitesii* Ralfs var. *incrassatum* Wille forma *tatrica* nov. for. 440 ×.

Fig. 13. *Disphinctium Rehmanii* nov. spec. 440 ×.



R. Gutwiński ad nat. del.


Fig. 20.
Fig. 23.
Fig. 14.
Fig. 17.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 15
a
b
Fig 18.
Fig. 26.
Fig. 13.
Fig. 16.
Fig. 22
a
a
Fig. 19.
Fig. 9.
b
a
Fig. 21.
b
a
a
b
c



R. Gutwiński ad nat. del.

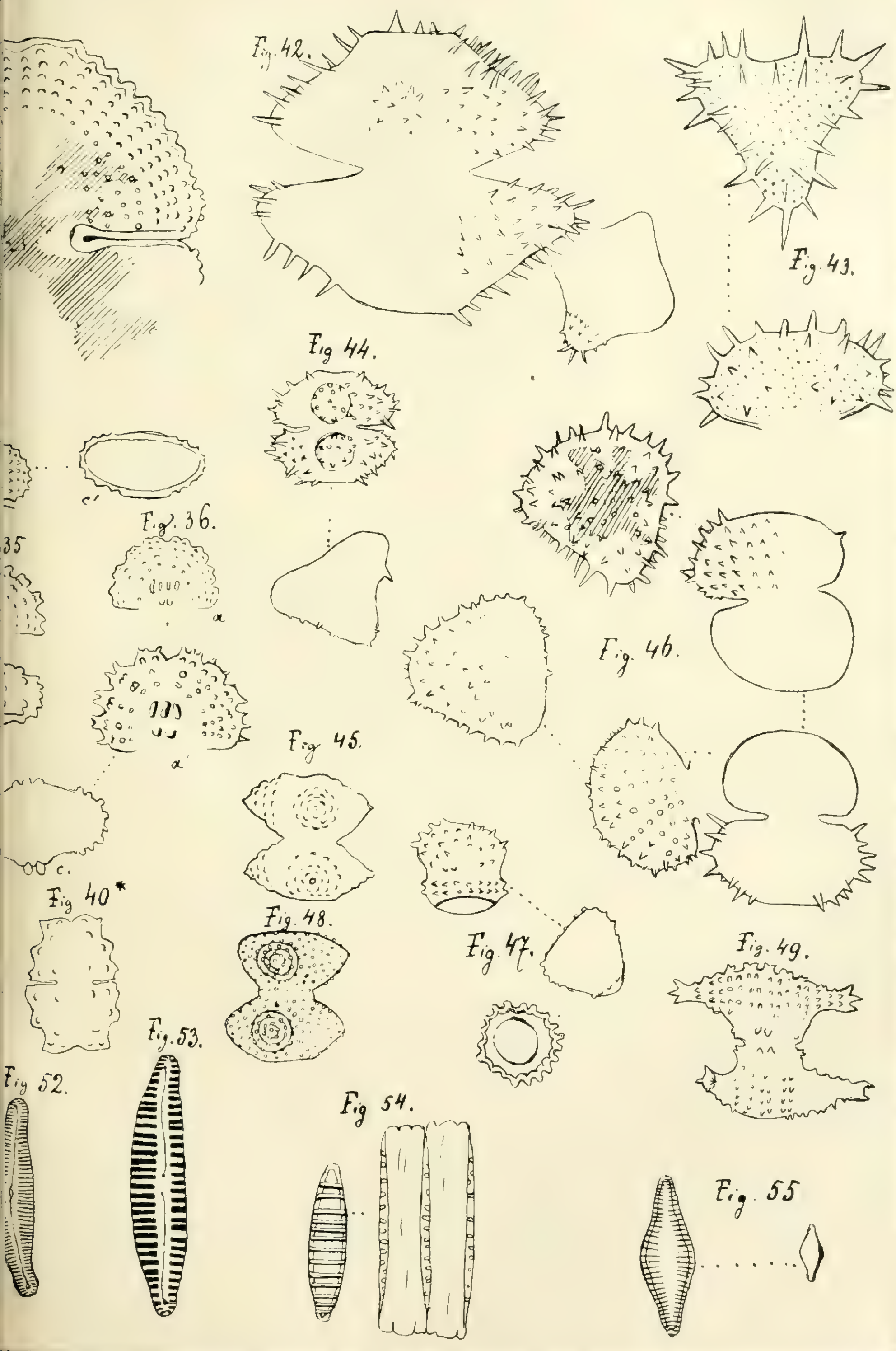

Fig. 42.
Fig. 43.
Fig 44.
c'
Fig. 36.
35
a
a'
Fig 45.
Fig. 46.
c.
Fig 40*
Fig. 48.
Fig. 47.
Fig. 49.
Fig. 53.
Fig 52.
Fig 54.
Fig. 55

Fig. 14. *Disphinctium anceps* (Lund.) Hansg. forma *tatrensis* nov. for. 440 ×.
Fig. 15. *Disphinctium sinuosum* (Lund.) Hansg. forma *basiornata* nov. for. *a)* e fronte, *b)* e vertice 440 ×.
Fig. 16. *Cosmarium conicum* W. et G. West var. *brevius* nov. var. 440 ×.
Fig. 17. *C. venustum* var. *excavatum* (Eichl. et Gutw.) W. et G. S. West forma duplo maior 440 ×.
Fig. 18. *C. pseudospeciosum* Rac. for. *latior* nov. for. 440 ×.
Fig. 19. *C. obliquum* Nordst. for. *tatrica* nov. for. 440 ×: *a*) e fronte, *b*) e latere, *c*) e vertice.
Fig. 20. *C. Archerii* Roy and Biss. forma *minor* Gutw. 440 ×.
Fig. 21. *C. didymochondrum* Nordst. forma *tatrica* nov. for. 440 ×.
Fig. 22. *C. transiens* Gay forma *maior* nov. for. 440 ×.
Fig. 23. *C. dentiferum* Corda forma *maior* nov. form. 440 × et 280 ×.
Fig. 24. *C. cyclicum* Lund. var. *maculatum* Schmidle for. *tatrica* nov. for. 440 ×.
Fig. 25. *C. subspeciosum* Nordst. forma *tatrica* nov. for. 440 ×.
Fig. 26. *C. ordinatum* (Börg.) West var. *montanum* nov. var. 750 ×.

Tabula VIII.

Fig. 27. *Cosmarium staurastriforme* nov. spec. *a*) *c)* 880 × *á*) *c'*) 440 ×.
Fig. 28. *Cosmarium Hornavanense* nov. spec. 440 ×.
Fig. 29. " *subcrenatum* Hantsch. forma *bifaria* nov. for. 440 ×.
Fig. 30. " *Davidsonii* Roy and Biss. var. *simplicius* nov. var. 660 ×.
Fig. 31. " *costatum* Nordst. var. *tatrense* nov. var. 440 ×.
Fig. 32. " *pseudocostatum* nov. spec. *a*) e fronte, *b)* e latere 440 ×.
Fig. 33. " *Nathorstii* Boldt forma *tatrica* nov. forma *a)* 660 ×, *á*) 440 ×.
Fig. 34. " *sublobulatum* nov. spec. 440 ×.
Fig. 35. " *tiroliense* nob. 440 ×.
Fig. 36. " *ornatissimum* Schmidle *a*) 280 ×, *á*) 440 ×, *c*) e vertice 440 ×.
Fig. 37. " *subpunctulatum* Nordst. forma 440 ×.
Fig. 38. " *pseudoarctoum* Nordst. 440 ×.
Fig. 39. " *Pokornyanum* (Grun.) West. 440 ×.
Fig. 40. *Arthrodesmus trispinatus* West 440 ×.
Fig. 40* *Euastrum erosum* Lund. var. *notabile* W. West for. *intermedia* nov. for. 440 ×.
Fig. 41. *Euastrum binale* (Turp.) Ralfs. var. *papilliferum* nov. var. *a*) e fronte, *b*) e latere 440 ×.
Fig. 42. *Staurastrum subbrebissonii* Schmidle var. *hexagonum* nov. var. *a*) e fronte 440 ×. *c)* e vertice 280 ×.
Fig. 43. *Staurastrum teliferum* Ralfs var. *tatricum* nov. var. 440 ×.
Fig. 44. " *Csorbae* nov. spec. *a)* e fronte, *c)* e vertice 440 ×.
Fig. 45. " *varians* Rac. for. *truncata* nov. for. 440 ×.
Fig. 46. " *muricatum* Bréb. for. *tatrica* nov. for. 440 ×.
Fig. 47. " *amoenum* Hilse var. *intermedium* nov. var. 440 ×.
Fig. 48. " *basichondroides* nov. spec. 440 ×.
Fig. 49. " *Borgeanum* Schmidle var. *tatricum* nov. var. 440 ×.
Fig. 50. *Navicula obliquestriata* A. Schmidt 440 ×.

Fig. 51. *Cymbella Tatrensis* nov. spec. 750 ×.
Fig. 52. „ *Brebissoniana* nov. spec. 660 ×.
Fig. 53. „ *imitans* nov. spec. 1050 ×.
Fig. 54. *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib.
Fig. 55. *Fragilaria construens* (Ehrenb.) Grun. var. *Venter* Grun. 440 × et 1050 ×.

Libri atque abbreviationes, quibus in hoc opusculo conscribendo usus sum:

Bisset in Journ. Roy. Micr. Soc. 1884 = J. P. Bisset, List of Desm. of Lake Windermere = J. P. Bisset, List of Desmidieae found in gatherings made in the neighbourhood of Lake Windermere during 1883. Journal R. Microscop. Soc. ser. 2. Vol. IV. 1884.

Bohlin, Die Alg. d. erst. Regnelschen Exp. = Knut Bohlin, Die Algen der ersten Regnelschen Expedition. I. Protococcoideen. Bihang till K. Sven. Vet.-Akad. Handling. B. XXIII. Stockholm 1897.

Boldt, Studier. = R. Boldt, Studier öfver Sötvattensalger och deras Utbredning. II—III. Helsingfors 1888.

Borge, Süsswass.-Chlor. Gouv. Archang. = O. Borge, Süsswasser-Chlorophyceen gesammelt von Dr. A. Osw. Kihlman im nördlichsten Russland, Gouvernement Archangel. Bihang till K. Sven. Vet.-Akad. Handling. B. XIX. Afd. III. Stockholm 1894.

Borge, Sibir. Chlor. = O. Borge, Ett litet Bidrag till Sibiriens Chlorophyllophycé-Flora. Ibidem B. XVII. Afd. III. Nr. 2. Stockholm 1891.

Bor. et Flah. Rev. II, Rev. III. = M. E. Bornet et Ch. Flahault, Revision de Nostocacées hétérocyst. contenues dans les principaux herbiers de France I—IV. Annal. Scienc. Nat. 1887, 1888.

Börgesen, Symb. ad fl. Bras. = F. Börgesen, Symbolae ad floram Brasiliae centralis cognoscendam. Desmidieae. Vidensk. Meddel. fra den naturh. Forening. Kjöbenhavn 1890.

Bzi., Morf. e Biol. delle alg. = A. Borzi, Note alla morfologia e biologia delle alghe ficocromacee. Nuovo Giornale Bot. Ital. 1878, 79 et 1882.

Cleve, Finl. Diat. = P. T. Cleve, The Diatoms of Finland. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica VIII. Nr. 2. Helsingfors 1891.

Cleve, Zygn. = P. T. Cleve, Försök till en Monografi öfver de Svenska Arterna af Algfamiljen Zygnemaceae. Upsala 1868.

Cohn, Desm. Bong. = F. Cohn, Desmidiaceae Bongoenses. Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Naturf. Ges. in Halle. Halle 1879.

Delp. = Delponte = J. B. Delponte, Specimen Desmidiacearum subalpinarum. Torino 1877.

De-Toni, Syll. = J. B. De-Toni, Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum. Patavii Vol. I. 1899, Vol. II. 1891.

Eichler et Gutw., De non. alg. nov. = B. Eichler et R. Gutwiński, De nonnullis speciebus algarum novarum (Cum 2-bus tabul.) Rozprawy Akad. Umiej. Vol. XXVIII. Kraków 1894.

Gay, Mon. Conj. = Fr. Gay, Essai d'une monographie locale des Conjuguées. Montpellier 1884.

Gom., Mon. = M. Gomont, Monographie des Oscillariées. Paris 1893.

Götz, Zur Syst. d. Gat. Vauch. = J. Götz, Zur Systematik der Gattung *Vaucheria*. Flora oder Allgem. bot. Zeitung. Vol. 83. München 1897.

Grun., Nav. = A. Grunow, Ueber neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge. Diatomaceen, Familie Naviculaceen. Wien 1880.

Grun., Österr. = A. Grunow, Die oesterreichischen Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuen Arten von anderen Lokalitäten und einer kritischen Uebersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten. Erste Folge. Wien 1862.

Grun., Ueb. ein. n. u. ungen. bek. Art. = A. Grunow, Ueber einige neue und ungenügend bekannte Arten und Gattungen von Diatomaceen. Wien 1863.

Gutw., Bacil. Tatr. = R. Gutwiński, Przyczynek do znajomości okrzemek tatrzańskich (Bacillariaceae Tatrenses). Sprawozdania Komis. fizyogr. Akad. Umiej. V. XXII. Kraków 1888.

Gutw., De alg. a Rac. Jav. coll. = R. Gutwiński, De algis a D-re M. Raciborski anno 1899. in insula Java collectis. (Accedunt tab. duplices XXXVI—XL). Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie. Classe des sc. math. et natur. Novembre 1902.

Gutw., Fiz. XXII. = R. Gutwiński, Przyczynek do znajomości okrzemek tatrzańskich. (Ut supra).

Gutw., Fiz. XXV. = Gutw., Mat. do fl. Gal. II. = R. Gutwiński, Materyały do flory glonów Galicyi. Cz. II. (Cum 1 tab.). Sprawozdania Komis. fizyogr. Akad. Umiej. V. XXV. Kraków 1890.

Gutw., Fl. alg. agr. Leop. = R. Gutwiński, Flora glonów okolic Lwowa (Flora algarum agri Leopoliensis) (Cum 3-bus tabulis). Sprawozdania Kom. fizyogr. Akad. Umiej. Vol. XXVII. Kraków 1891.

Gutw., Mat. do fl. gl. Gal. III. = R. Gutwiński, Materyały do flory glonów Galicyi. Część III. Sprawozdania Kom. fizyogr. Akad. Um. Vol. XXVIII. Kraków 1892.

Gutw., Prodr. = R. Gutwiński, Prodromus florae algarum Galiciensis. Rozprawy Akad. Umiej. Vol. XXVIII. Kraków 1895.

Hansg., Prodr. = A. Hansgirg, Prodromus der Algenflora von Böhmen. Prag 1886—1888 et seq.

Hirn, Monogr. = K. E. Hirn, Monographie und Iconographie der Oedogoniaceen. Acta Soc. Scient. Fennicae. Tom. XXVII. Nr. I. Helsingfors 1900.

Kalchb. l. s. c. = L. Kalchbrenner, A szepesi moszatok jegyzéke. Math. Term. Közlemények Magy. Tud. Akadem. IV kötet 1865—1866. Pest 1866.

Klebs, Desm. = G. Klebs, Ueber die Formen einiger Gattungen der Desmidieen Ostpreussens. Königsberg 1879.

Kuetz., Bacil. = Fr. Traug. Kuetzing, Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen 1844.

Lund., Desm. Suec. = P. M. Lundell, De Desmidiaceis, quae in Suecia inventae sunt, observationes criticae. Upsaliae 1871.

Lütkem., Alg. a. d. Attersee = Desm. Attersees. = J. Lütkemüller, Desmi-

diaceaen aus der Umgebung des Attersees in Oberösterreich. Verhandlungen d. zool.-bot. Gesellschaft. B. XLII. Wien 1893.

Mills and Philip, The Diat. of the Hull Distr. = F. W. Mills and R. H. Philip, The Diatomaceae of the Hull District. Transactions of the Hull Scientific and Field Naturalists Club. 1901.

Müller, Bac. a. d. Hochs. d. Riesengeb. = O. Müller, Riesengb. = Otto Müller, Bacillariales aus den Hochseen des Riesengebirges. Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön. Teil VI. Stuttgart 1898.

Naeg., Einz. Alg. = C. Naegeli, Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1889.

Nordst., Desm. arct. = O. Nordtstedt, Desmidiae arctoae. Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. Stockholm 1875.

Nordst., Bornh. = Nordst., Bornholm. = O. Nordstedt, Desmidieer fran Bornholm. samlede och delvis testämda of R. T. Hoff., Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren v. Kjöbenhavn 1888.

Nordst., Norges Desm. = O. Nordstedt, Bidrag till Kännedomen om sydligare Norges Desmidiéer., Act. Univ. Lund. Vol. IX. Lund 1873.

Nordst., Sandv. = O. Nordstedt, De algis aquae dulcis et de Characeis ex insulis Sandvicensibus a Sv. Berggren 1875 reportatis. Lundae 1878.

Nordst., Tyrol. = Nordst., Desm. Ital. Tyrol. = O. Nordstedt, Desmidieae et Oedogonieae ab O. Nordstedt in Italia et Tyrolia collectae. Stockholm 1876.

Nordst., Freshw. Alg. New. Zeal. = Nordst., Zeal. = O. Nordstedt, Fresh-Water Algae collected by Dr. S. Berggren in New Zealand and Australia. Stockholm 1888.

Pantoc., Balaton = J. Pantocsek, A Balaton kovamoszatai vagy Bacillariák a Magyar Földrajzi Társulat Balaton-Bizottságának Megbizásáról... Budapest 1901.

Pant., Beitr. z. Kent. d. foss. Bac. = J. Pantocsek, Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillariarien Ungarns. III Theil. (Beschreibung der auf Tafel 1—42 abgebildeten Arten) Pozsony 1905.

Pantoc., Szliaci fin. Bac. = Pant., A Szliácsi fin. Andes. Bac. = J. Pantocsek. A Szliáci finom Andesittufa Bacillariai. Pozsony 1903.

P. Petit, Spir. = P. Petit, Spirogyra des environs de Paris. Paris 1880.

Racib., Ciastonia = M. Raciborski, Desmidya zebrane przez D-ra Ciastonia w podróży naokoło ziemi. Rozprawy Akad. Umiej. Vol. XXII. Kraków 1892.

Racib., De non. Desm. in Pol. = Rac., De non. Desm. = Rac. Non. Des. Pol. = Rac. Pam. X. = M. Raciborski, De nonnullis Desmidiaceis novis vel minus cognitis, quae in Polonia inventae sunt. Pamiętnik Akad. Um. Tom X. Cracoviae 1885.

Rac. Desm. okol. Krak. = M. Raciborski. Desmidye okolic Krakowa. Sprawozdania Kom. fiz. Akad. Umiej. Tom XIX. Kraków 1885.

Rac. Fiz. XXII. = Rac. Mat. do fl. gl. Pol. = M. Raciborski, Materyały do flory glonów Polski. Sprawozdania Kom. fiz. Akad. Um. Tom XXII. Kraków 1888.

Rac. Nowe Desm. = Racib., Opisy now. Desm. = Rac. Pam. XVII. = M. Raciborski, Desmidye nowe (Desmidiaceae novae). Pamiętnik Akad. Umiej. Tom XVII. Kraków 1889.

Rac. Ped. = Rac. Rozpr. XX. = M. Raciborski, Przegląd gatunków rodzaju *Pediastrum*. Rozpr. i Sprawozd. Wydz. mat. przyr. Akad. Umiej. Tom XX. Kraków 1889.

Ralfs, Brit. Desm. = J. Ralfs, The British Desmidiaceae. London 1848.

Reinsch, Algfl. = P. Reinsch, Algenflora des mittleren Theiles von Franken. Nürnberg 1867.

Rostaf., Rozpr. X. = J. Rostafiński, a) Hydrurus i jego pokrewieństwo, b) Sphaerogonium. Rozprawy Akad. Um. Tom X. Kraków 1883.

Roy, On Scot. Desm. = Roy and Bisset, Scot. Desm. = J. Roy and P. Bisset, On Scottish Desmidiaceae. Ann. Scottish Natur. Hist. 1893—1894.

Schaarschm., Magyar. Desm. = Gyula Schaarschmidt, Tanulmányok a Magyarhoni Desmidiacéakról. Budapest 1883.

Schmidle, Beitr. z. alpin. Algfl. = Schmidle, Alp. = W. Schmidle, Beiträge zur alpinen Algenflora. Oesterr. bot. Zeitschrift Jahrg. 1895.

Schmidle, Alg. a. d. Geb. Oberrh. = W. Schmidle, Algen aus dem Gebiete des Oberrheins. Bericht. d. Deusch. bot. Gesel. B. XI. Heft 10. Berlin 1893.

Schmidle, Beitr. z. Algfl. d. Schwarzw. = Schmidle, Schwarzwald. = W. Schmidle, Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und der Rheinebene. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg. B. VI. H. 1.

Schmidle, Berner Alpen = W. Schmidle, Einzellige Algen aus den Berner Alpen. Hedwigia Band XXXIII. Dresden 1894.

Schmidle, Pite Lappmarks = W. Schmidle, Ueber einige von Knut Bohlin in Pite Lappmark und Vesterbotten gesammelte Süsswasseralgen. Bihang K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. XXIV. Afd. III. 1898.

Schröder, Alg. d. Versuchsteiche = Br. Schröder, Die Algen der Versuchsteiche des Schlesischen Fischereivereins zu Trachenberg. Forschungsberichte aus der biol. Station zu Plön. Theil V. 1897.

A. Schmidt, Atlas = A. Schmidt, Atlas der Diatomaceen-Kunde. Aschersleben 1889—1892.

Schum., Preuss. Diat. = J. Schumann, Preussische Diatomaceen. Königsberg 1862.

Schum., Tatra = J. Schumann, Die Diatomeen der Hohen Tatra. Wien 1867.

V. H., Syn. = H. Van Heurck, Synopsis des Diatomées de Belgique. Copenhagen, Anversa 1885.

West, Alg. fr. Centr. Africa = W. West and G. S. West, Algae from Central Africa. Journal of Botany 1896.

W. West, Alg. of Engl. Lake Distr. = W. West, Algae of the English Lake District. Transactions of the Society. London 1892.

West, Alg. of West Irel. = W. West, Alg. of Ireland = W. West, A Contribution to the Freshwater Algae of West Ireland. Linnean Society's Journal, Botany. Vol. XXIX.

W. et G. West, Freshw. Alg. of Madagas. = W. West and G. West, A Contribution to our Knowledge of the Freshwater Algae of Madagascar. Transact. Linnean Soc. of London Vol. V. Part. 2. London 1895.

W. et G. West, Freshw. Alg. of N. of Irel. = W. West and G. West, A Contribution to the Freshwater Algae of the North of Ireland. Transactions of the Royal Irish Academy. Vol. XXXII. — Sect. B. Part. I. Dublin 1902.

W. et G. West, Freshw. Alg. fr. the Orkn. and Shetl. = W. West and G. S. West, Freshwater Algae from the Orkneys and Shetlands. Transactions and Proceedings of the Bot. Soc. of Edinburgh 1904.

West, Journ. of Bot. 42 = W. West, West Indian Freshwater Algae. Journal of Botany. Vol. 42. London 1904.

West, Journ. of Bot. 1900 = W. and G. West, Not. o. Freshw. Alg. II. = W. West and G. West, Notes on Freshwater Algae. II. Journal of Botany. London 1900.

West, N. Amer. Desm. = W. West and G. West, On some North American Desmidieae. Transact. Linn. Soc. of London, Second Series, Bot. Vol. V, Part. 5. London 1896.

W. and G. West, New Brit. Freshw. Alg. = W. and G. West, On some new Brit. Alg. = W. West and G. West, On some New and Interesting Freshwater Algae. Journ. R. Micr. Soc. London 1896.

West, Plankton of Scot. Lochs = W. West and G. West, A further Contribution to the Freshwater Plankton of the Scottish Lochs. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Edinburgh 1905.

W. a. G. S. West, The freshw. Alg. of Ceylon = W. West and G. West, A Contribution to the Freshwater Algae of Ceylon. Transactions of the Linnean Soc. of London. London 1902.

West, Welwitsch Afr. = W. West and G. West, Welwitsch's African Freshwater Algae. Journ. of Botany. 1897.

Wille, Algol. Not. = N. Wille, Algologische Notizen. IX—XIV. Magazin for Naturvidenskab. Kristiania 1903.

Wille, Norges = N. Wille, Bidrag till Kundskaben om Norges Ferskvandsalger. I. Christiania 1880.

Wille, Novaja Seml. = Wille, Nov. Smlj. = N. Wille, Ferksvandsalger fra Novaja Semlja samlede af Dr. F. Kjellman paa Nordenkiölds Expedition 1875. Stockholm 1879.

Wille, Sydamer. Algfl. = N. Wille, Bidrag till Sydamerikas Algflora I—III. Stockholm 1884.

Wittr., Om Binuclearia = V. B. Wittrock, Om Binuclearia ett nytt Confervacé-slägte, Bih. till k. Svenska Vet.-Ak. Handlingar. Band XII. Afd. III. Stockholm 1886.

Wittr., Skand. Desm. = V. B. Wittrock, Anteckningar om Skandinaviens Desmidiacéer. Nova acta reg. Soc. scienc. Upsaliensis Ser. III. Vol. VII. Upsaliae 1862.

Wolle, Desm. = Wolle, Desm. Un. St. = Fr. Wolle, Desmids of the United States. Bethlehem Pa. 1884.

Index

genererum atque specierum, *exclusis:* varietatibus, formis et synonymis.

Corrigenda.

Pag. 426 Chlorophyceae, numerus specierum 56 — lege 55.
„ 426 Myxophyceae. „ „ 79 — „ *80*.
„ 489 Navicula Carassius Nr. 52 = Nr. 39, pag. 487.

Séance du lundi 5 Avril 1909.

Présidence de M. ED. JANCZEWSKI.

24. *O istnieniu najwyżej jednego tylko rozwiązania zagadnienia Dirichleta. — Sur l'unicité de la solution du problème de Dirichlet.* Note de M. **S. ZAREMBA** m. c.

§ 1. Divers auteurs [1]) mettent en garde avec raison contre une interprétation trop large du théorème suivant lequel le problème de Dirichlet n'admet qu'une seule solution au plus ou, ce qui revient au même, du théorème suivant:

Lorsqu'une fonction u, harmonique à l'intérieur d'un certain domaine, est nulle sur la frontière, elle est nulle dans tout le domaine.

Toutefois on va trop loin quand on affirme, comme on le fait quelquefois [2]), que, pour la validité du théorème, il est nécessaire d'être assuré *à l'avance* de la continuité de la fonction u, même en chacun des points de la frontière. Sans doute, la démonstration classique ne vaut que dans cette hypothèse, mais le théorème subsiste dans des conditions plus générales. Cette remarque est contenue implicitement, sans démonstration, dans un travail que j'ai publié il y a plus de dix ans [3]), il y a donc quelque intérêt à faire voir avec quelle simplicité il est possible de la justifier rigoureusement.

§ 2. Une transformation par rayons-vecteurs réciproques permettant toujours de ramener le cas d'un domaine s'étendant à l'infini à celui d'un domaine borné, je n'envisagerai qu'un domaine borné (D).

Considérons d'abord le cas du plan et supposons, sans chercher à atteindre le maximum de généralité, que la fonction u, harmonique à l'intérieur du domaine (D) et par conséquent continue en tout point situé à l'*intérieur* de ce domaine, jouisse sûrement del a propriété suivante: soit $u(P)$ la valeur de la fonction u en un point

[1]) R. d'Adhémar, Exercices et leçons d'Analyse, pp. 118 et 119 (Paris, 1908, chez Gauthier-Villars). Correspondance d'Hermite et de Stieltjis, vol. I, pp. 344 et 345 (Paris, 1905, chez Gauthier-Villars).

[2]) Voir le passage cité plus haut de l'intéressant ouvrage de M. d'Adhémar.

[3]) Zaremba, Sur le Problème de Dirichlet. Annales scientifiques de l'Ecole normale supérieure, 1897.

P, *intérieur* au domaine (D) et A un point pris arbitrairement sur la frontière; on aura *en général*:

$$\lim_{AP=0} u(P) = 0\,; \tag{1}$$

la convergence étant *uniforme* pour l'ensemble des directions que pourra prendre la droite AP, mais il pourra y avoir incertitude pour un nombre fini:

$$A_1, A_2, \ldots A_n$$

de positions exceptionnelles du point A, où l'on sera assuré seulement de l'existence des relations suivantes:

$$\lim_{\overline{A_i P}=0} \frac{u(P)}{\log \overline{A_i P}} = 0\,; \qquad (i=1,2,\ldots n) \tag{2}$$

avec la même condition d'uniformité de convergence que pour la relation (1).

N'ayant que les renseignements précédents au sujet de la fonction u, il est même permis de se demander si la fonction u est bornée à l'intérieur du domaine (D). Cependant, en réalité elle est nulle identiquement à l'intérieur de tout ce domaine. Pour établir ce point, décrivons des points $A_1, A_2, \ldots A_n$ comme centres de petits cercles (Σ) ayant pour rayons une même petite longueur ϱ et désignons par (D_ϱ) le domaine formé par ceux des points du domaine (D) qui sont extérieurs aux cercles (Σ). Cela posé, désignons par L le maximum de distance de deux points situés dans le domaine (D) ou sur la frontière et considérons la fonction $v(P)$ définie par la formule suivante:

$$v(P) = \varepsilon \sum_{i=1}^{n} \log \frac{L}{A_i P} \tag{3}$$

où ε représente un facteur positif.

On peut évidemment, sans nuire à la généralité, admettre que la fonction u est réelle. Cette condition étant remplie, considérons les fonctions:

$$v(P) - u(P) \quad \text{et} \quad v(P) + u(P).$$

Chacune d'elles est une fonction harmonique à l'intérieur du domaine (D_ϱ) et chacune d'elles tend uniformément vers une limite

déterminée lorsque le point P tend vers un point M situé sur la frontière de ce domaine.

Si petite que soit la valeur attribuée au facteur positif ε, on pourra, comme cela résulte des équations (1) et (2), donner à la longueur ϱ une valeur non nulle, mais assez petite, pour que les limites précédentes soient positives, quelle que soit la position du point M sur la frontière du domaine (D_ρ). On aura alors dans tout ce domaine:

$$v(P) - u(P) > 0\,,$$

ainsi que:

$$v(P) + u(P) > 0\,.$$

On aura donc dans tout le domaine (D_ρ):

$$|\,u(P)\,| < v(P)\,. \tag{4}$$

Considérons maintenant un point déterminé quelconque Q situé à l'intérieur du domaine (D). La longueur ϱ étant assez petite, le point Q sera situé à l'intérieur du domaine (D_ρ) et il sera permis de changer P en Q dans la relation (4). On aura donc:

$$|\,u(Q)\,| < v(Q)\,,$$

ce qui, eu égard à (3), peut s'écrire ainsi:

$$|\,u(Q)\,| < \varepsilon \sum_{i=1}^{n} \log \frac{L}{A_i Q}$$

Cette inégalité devant subsister si petit que soit le nombre ε, on a nécessairement:

$$u(Q) = 0\,,$$

égalité qui exprime la proposition que nous voulions établir.

On développera avec la plus grande facilité des considérations du même genre en supposant que le domaine (D) soit à trois dimensions et l'on reconnaîtra aisément que, dans certains cas, on est en droit d'affirmer que la fonction u est nulle dans tout le domaine bien que, *a priori*, l'existence de la relation (1) puisse être douteuse pour des positions du point A dont l'ensemble formerait des lignes tracées sur la frontière du domaine considéré.

M. Boggio m'a fait remarquer, dans une lettre récente, que le théorème, presque évident, mais très utile, que je démontre en quelques lignes au § 3, p. 6, de mon mémoire *Sur l'intégration de l'équation biharmonique*, présenté à l'Académie en janvier 1908, est contenu dans une égalité qui se trouve à la ligne 17ième de la 10ième page de son mémoire *Transformazioni di alcune funzioni potenziali*, publié dans les Rendiconti del Circolo mat. di Palermo en 1906.

---

25. *Krystalizacya salmiaku. — Kristallisation von Salmiak.*

Mémoire de M. STEFAN KREUTZ, présenté par M. J. Morozewicz m. c.

(Planches IX et X).

I

1. Einleitung.

In vorliegender Arbeit wurde versucht, die Untersuchung des Einflusses der Lösungsgenossen auf die Kristallform auch auf den Kristallisationsverlauf selbst auszudehnen. Als Gegenstand der Untersuchung diente die Beeinflussung der Form von Salmiak durch Zusatz von Chloriden der Schwermetalle.

Aus Lösungen von Ammonium-Chlorid, welchen ein Salz eines Schwermetalls, vornehmlich ein Chlorid von Cr, Mn, Fe'', Fe''', Ni, Co, Cu, Cd, Sn, Hg zugefügt wurde, scheiden sich, wie dies

zuerst O. Lehmann[1]) gezeigt hat, Kristalle aus, welche geringe Mengen von Metallsalz enthalten; bei größerer Konzentration des Metallchlorides scheiden sich Doppelsalze aus. Am genauesten wurden die Gleichgewichtsverhältnisse eines solchen Systems im Falle: NH_4Cl, $FeCl_3 . 6H_2O$, H_2O von Roozeboom[2]), später von Mohr[3]) untersucht. Die Isotherme Fig. 1 bei 15° stellt die Zusammensetzung

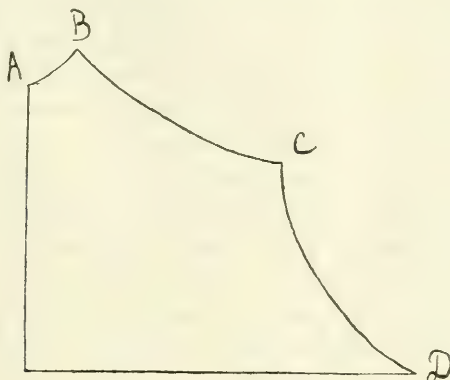


Fig. 1.

der Lösungen dar, welche mit den Mischkristallen (Kurve *CD*), dem Doppelsalz $FeCl_3 . 2NH_4Cl . H_2O$ (Kurve *BC*), bezw. mit reinem $FeCl_3 . 6H_2O$ (*AB*) im Gleichgewichte sind. Auf der Abszissenachse ist die Zahl der Mol. von NH_4Cl auf 100 Mol. H_2O, auf der Ordinatenachse der Mol. von $FeCl_3$ auf 100 Mol. H_2O aufgetragen. Das Maximum des Eisengehaltes: 7·29% entspricht einer Lösung von: 23·21 g NH_4Cl, 60·83 g $FeCl_3$ auf 100 g H_2O.

Bodländer[4]) schreibt diese Mischbarkeit adsorptionsartigen Erscheinungen zu. In letzter Zeit beschäftigte sich mit der Frage Johnsen[5]), welcher auf Grund einer sehr eingehenden Untersuchung zu folgenden Ergebnissen kommt. Da die aus $FeCl_2$-haltiger Lösung ausgeschiedenen Rhombendodekaëder dieselbe Felderteilung (6 opt. einach. (—) Sektoren) wie die „würfel"-ähnlichen Mischkristalle

[1]) Molekularphysik, 1888.
[2]) Z. f. Ph. Ch., X, 1892.
[3]) Z. f. Ph. Ch., XXVII.
[4]) N. J. f. M., XII. Beil. Bd.
[5]) N. J. f. M., 1903, 2. Bd.

zeigen, so ist die beobachtete Doppelbrechung nicht als anormal zu betrachten. Die Interpositionen der das Metallchlorid enthaltenden Verbindung müssen demnach optisch anisotrop sein. „Was die Art der Einlagerung betrifft, so ist sie nicht isomorph beigemengt, doch hat man hier mit einem homogenen Gemisch zu tun. Über die Größe der beigemischten Substanz sagt die Phasen-Regel nichts aus, und falls es nicht gelingt, zwischen weitgehend polymerisierten Molekeln und einem kleinen Kristall einen Unterschied anzugeben, so kann man von submikroskopischer regelm. Verwachsung wie vom Gemisch reden". Er weist auf die Mikroperthit-Struktur hin.

Was die chem. Zusammensetzung der im „Mischkristall" eingeschlossenen Metallverbindung betrifft, so läßt sich natürlich nicht entscheiden, ob hier ein Doppelsalz oder eine einfache Verbindung vorliegt. Im Fall der $FeCl_3$ enthaltenden Kristalle spricht der stets gefundene Wassergehalt (H_2O und NH_3 aus Differenz) für eine Zusammensetzung $Fe_2Cl_6 . 8H_2O$ eines unbekannten Hydrates, also wäre dies nach Roozeboom wahrscheinlich das unbeständige $Fe_2Cl_6 . 7H_2O$. Dieser Ansicht schließt sich Johnsen an, während Lehmann und Mohr sich für ein Doppelsalz aussprechen. In nickelhaltigen Salmiakkristallen könnte die Beimengung die Formel: $NiCl_2 . 2H_2O$, in den Cr-haltigen: $CrCl_3 . 6H_2O$ haben.

Die Untersuchung über die Gleichgewichts-Verhältnisse der Verbindungen von NH_4Cl und von Kadmium-Chlorid hat Rimbach [1]) durchgeführt. In seiner Arbeit sind kristallographische Bestimmungen von Traube angegeben. Das rhomboëdrische Doppelsalz: $4NH_4Cl . CdCl_2$ zerfällt mit Wasser in das rhombisch kristallisierende: $NH_4Cl . CdCl_2$, wobei mit sinkender Temperatur die Zerlegbarkeit wächst:

$$4NH_4Cl . CdCl_2 \rightleftarrows NH_4Cl . CdCl_2 + 3NH_4Cl.$$



Die mikroskopische Untersuchung lehrt nun, daß die Salmiak-Kristalle die etwas Kadmium-Chlorid enthalten, sowie die $FeCl_3$-haltigen Kristalle ausgesprochenen Zonarbau aufweisen. Bei Cd-haltigen Kristallen sieht man sehr deutlich die stark doppelbrechenden Partien mit opt. isotropen abwechselnd aufeinander folgen, bei den anderen

[1]) E. Rimbach, Ber. d. d. Ch. G. Berlin, 30. III. 1897, 3073, 35. II. 1902, 1298.

auch in gewöhnlichem Licht helle und dunkler gefärbte Partien, wie dies schon Mohr erwähnt. Ein solcher Zonarbau ist, wo die Zusammensetzung der Schichten in so hohem Maße variiert, trotzdem die äußeren Bedingungen fast unverändert bleiben, mit der Annahme einer isomorphen Mischung unvereinbar. E. Sommerfeldt[1]) war der erste, welcher darauf aufmerksam machte. Das Auftreten solcher Zonarstruktur beweist nach ihm die Zugehörigkeit der Mischung zum Adsorptionstypus, bei welchem es nur auf Oberflächenenergie ankomme.

Mit der Annahme einer adsorptionsartigen Erscheinung (im Sinne Bodländers[2])) stimmen auch andere Tatsachen: Die von Lehmann gemachte Beobachtung, daß die Mischkristalle stärker gefärbt sind als die Lösung, ist nur bei sehr geringem Gehalt an Farbstoff in Lösung möglich. Bei größerem Gehalt an $FeCl_3$ wächst der Gehalt an $FeCl_3$ in den Mischkristallen viel langsamer als in der Lösung, wie es aus folgenden Zahlen Roozeboom's ersichtlich ist:

Gehalt der Lösung:

auf 100 T. H_2O —	35·30 T. NH_4Cl,	0 T. $FeCl_3$	$\left(\frac{FeCl_3}{NH_4Cl}=0\right)$
	32·55 „	6·15	0·189
	28·41 „	15·33	0·53
	25·33 „	25·43	1·00
	23·05 „	34·56	1·49
	23·23 „	39·13	1·69
	23·21 „	60·83	2·62

Kristalle: NH_4Cl	$\left(\frac{FeCl_3}{NH_4Cl}=0\right)$
0·31% $FeCl_3$	0·003
0·94 „ „	0·009
1·64 „ „	0·016
3·06 „ „	0·031
3·80 „ „	0·039
2·29 „ „	0·078

[1]) N. J. f. M., 1902. II. Bd.

[2]) a. a. O.

Das entspricht nun der von Bodländer für solche Mischungen aufgestellten Bedingung. Nach Bodländer kann eine durch Haftung an der Oberfläche entstandene Adsorption die Eigenschaften eines homogenen Systems, welchem es sich durch Feinheit der Verteilung u. s. w. nähert, besitzen. Bei geringem Gas- oder osmotischem Druck und größerer Oberfläche des adsorbierenden Körpers ist die Adsorptions-Kraft diesem Druck proportional. Sind die adsorbierten Molekel 2, 3 ... n mal größer als die entsprechenden in der Lösung, so wird die Konzentration an der Oberfläche der 2, 3 ... n-ten Potenz der Konzentration in freiem Zustande proportional. Bei größerem Druck wird aber die Konzentration langsamer wachsen, weil die Oberfläche des fremden Körpers schon bei schwacher Konzentration mit Molekeln des fremden Körpers bedeckt ist und neue Molekel zu ihr keinen direkten Zutritt haben.

Durch Annahme einer bloßen Oberflächenwirkung ist auch die von Roozeboom gefundene „Anomalie", daß der Eisengehalt der nacheinander aus derselben Lösung ausgeschiedenen Kristalle ganz unregelmäßig schwankt, so z. B. 5·00%, 3·68%, 2·95%, 3·77%, 3·07% $FeCl_3$ oder 0·31%, 0·21%, 0·12% in einem anderem Beispiel beträgt, erklärlich.

Die Mischbarkeit würde sich demnach als Oberflächenwirkung der jeweiligen Oberfläche des wachsenden Kristalls erklären.

Nachdem nach neueren Ansichten die Mischbarkeit fremder Körper miteinander mit der Ähnlichkeit ihrer topischen Achsen im Zusammenhange steht, so ist eine Diskussion der hier in Betracht kommenden topischen Parameter angezeigt.

2. Topische Parameter der Doppelsalze.

Th. V. Barker[1]) hat an einer Reihe von Beispielen gezeigt, daß Körper, welche miteinander eine regelmäßige Verwachsung bilden können, ähnliches Mol. V. und top. Achsen (Becke, Muthmann, Tutton) besitzen. Daß in isomorphen Gruppen die Mischbarkeit mit der Ähnlichkeit des Äquivalentvolums steigt, hat man schon lange gewußt (vergl. P. Groth; G. Wulff fand, daß K- u. Cs-Sulfat sich gar nicht miteinander mischen können. Z. f. K.,

[1]) Th. V. Barker, Min. Mag., XIV. 66, 235. 1907. u. XV. 68, 43. 1908. Z. f. K., XLV. 1908. H. 1.

XLII. H. 6, 1907. Vergleiche besonders die Arbeiten von Gossner in Z. f. K.). Es ist von Bedeutung, daß diese Bedingung auch für Verwachsung fremder Körper miteinander gültig ist.

Der Verfasser[1]) konnte dieses Ergebnis Barker's an einigen neuen Beispielen bestätigen, wobei es sich herausstellte, daß hier vor allem die Ähnlichkeit der zusammenfallenden top. Parameter in Betracht kommt. So fand er, daß der rhomboëdr. Natronsalpeter auf gewissen Ebenen des monokl. Barytokalzits orientierte Überwachsungen bildet; längs der sich berührenden Flächen ist die Verteilung und relative Entfernung der Struktureinheiten sehr ähnlich.

Natronsalpeter wächst am Kalzit parallel an, wie dies von Frankenheim beobachtet und in letzter Zeit von Barker bestätigt wurde. Es gelang aber nicht, parallele Verwachsung von $NaNO_3$ auf anderen Karbonaten der Kalzit-Gruppe zu erhalten, trotzdem ihre Winkel den entsprechenden des $NaNO_3$ ähnlicher sind als die des Kalzits. Dagegen gelang es dem Verfasser, eine ganz regelmäßige Verwachsung der rhomboëdrischen Modifikation von Lithiumnitrat (stabil oberhalb 60°) auf Rhodochrosit und Siderit zu erhalten, trotzdem die Winkelgrößen hier mehr differieren als die entsprechenden des Natriumnitrats.

	Äq. V.	χ	α	R : R
$LiNO_3$	29·59	3·18	102° 16·5′	74° 20′
$MnCO_3$	31·19	3·247	102° 50′	73° 00′
$FeCO_3$	29·85	3·204	103° 04′	73° 02′

Trotz der größeren Ähnlichkeit des Spaltwinkels des Kalzits und des $LiNO_3$ gelang die Erhaltung einer Überwachsung von Kalkspat-Stücken durch Lithiumnitrat nicht (Kalzit R : R = 74° 55′, $LiNO_3$ R : R = 74° 20′). Die top. Parameter sind hier zu stark verschieden. Kristallographische Ähnlichkeit ist noch keine ausreichende Bedingung der regelmäßigen Verwachsung. Ein engeres Kriterium der Fähigkeit, orientierte Verwachsungen und Überwachsungen zu bilden, liegt in der Ähnlichkeit der top. Parameter. Diese Ähnlichkeit kann auch ganz zufällig sein, wie z. B. im Fall von Barytokalzit und Natriumnitrat (verschiedene Kristall-Systeme).

Die Betrachtung der top. Parameter der hier in Betracht kommenden Salze führt zu folgendem Ergebnis:

[1]) Kreutz, vorgelesen in der Sitz. d. Londoner Min. Soc. 1908.

Salmiak: NH_4Cl . Äq. V. = 34·96. Sp. G. 1·531—1·533. Unter Zugrundelegung des einfachen kubischen R. Gitters $\chi = 3·2699$.

Doppelsalz: $NH_4Cl . CdCl_2$ rhomb.

$$a : b : c = 0·6056 : 1 : 0·7992 \text{ (Traube) } V = 80·81.$$

Für ein rhomb. prismatisches Netz erhält man:

$$\chi = 4·2015$$
$$\psi = 6·9374$$
$$\omega = 5·5446$$

Diese aber geben die Struktur des Salzes nicht gut wieder.

Es ist ersichtlich, daß hier eine pseudo-hexagonale Struktur zu grunde liegt. Stellt man die Achse a als Querachse auf (a_2), so schneiden sich die zwei anderen, welche den Durchschnittskanten der früheren (110) : (001) und (1$\bar{1}$0) : (001) entsprechen, unter einem Winkel von 62° 22′. Die top. Achsen sind jetzt:

$$\chi_1 = \chi_2 = 4·0573$$
$$\psi = 4·2015$$
$$\omega = 5·5446$$

Die Struktur des Salzes ist von der des Salmiaks gänzlich verschieden, so daß ihre Anwesenheit im Salmiak unwahrscheinlich erscheint.

Doppelsalz: $4NH_4Cl . CdCl_2$ hexag. rhomboëdr.

$$a : c = 1 : 0·49899$$
$$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1 = 61^\circ\ 09·5' \text{ (Johnsen)}$$

Pseudoregulär; gewöhnliche Komb. (10$\bar{1}$1) (11$\bar{2}$0) Rhombendodekaëderähnlich. Es bildet sich aus kadmiumchloridhaltigen Lösungen, wenn großer Überschuß von NH_4Cl vorhanden ist. Es ist folglich von Interesse, dieses Salz direkt mit Salmiak zu vergleichen. Zur Annahme einer Struktur beim Salmiak haben wir eigentlich keinen sicheren Anhaltspunkt. Die gewöhnliche Modifikation ist weder mit Kochsalz, noch mit KCl, welchen ein ausgesprochen einf. kubisches Raum-Gitternetz zukommt, isomorph. Dagegen ist die labile Modifikation von Salmiak mit KCl isomorph, diese dürfte also eine ähnliche Kristallstruktur haben. Da beide tesseral kristallisieren, so würde dies darauf hinweisen, daß die gewöhnliche Modifikation eine andere Struktur besitzt, vielleicht wegen der Häufigkeit der

Rhombendodekaëderflächen die des zentrierten Würfels. Gewöhnlich wird für Salmiak ein einfaches kub. Netz angenommen, wozu die gew. undeutliche Spaltbarkeit nach (100) Anlaß gibt. An einer Reihe von Kristallen konnte keine Spaltbarkeit wahrgenommen werden. Es ist also zweckmäßig, beide Eventualitäten in Betracht zu ziehen.

Würde ein einfaches hexaëdrisches Raumgitter zugrunde liegen und das Doppelsalz damit vergleichbar sein, so müßte das auftretende Rhomboëder $(10\bar{1}1)$ im rhomboëdrischen Kr.-system das Symbol (110) erhalten. Das Hauptrhomboëder wäre durch den Winkel $\alpha = 89^0\,00'$ charakterisiert.

$4NH_4Cl \cdot CdCl_2$	NH_4Cl
$\alpha = 89^0\,00'$	$\alpha = 90^0\,00'$
$\chi = 3{\cdot}407$	$\chi = 3{\cdot}270$

Im zweiten Fall behält die Einheitsfläche des Doppelsalzes das Symbol (100). Im Fall der Struktur eines zentrierten Hexaëders bilden die Raumgitterpunkte die Mittelpunke von Kubooktaëdern. Die wahre Raumgittereinheit ist jetzt aber ein Rhomboëder, mit einem Flächenwinkel $A = 60^0\,00'$. Dieses entspricht dem am Doppelsalz beobachteten. Um den Vergleich beider Salze durchzuführen, kann man dessen Inhalt gleich dem entspr. Äquivalentvolum setzen und die Kantenlängen vergleichen.

$4NH_4Cl \cdot CdCl_2$	NH_4Cl
$\alpha = 109^0\,00'$	$109^0\,28'$
$\chi = 3{\cdot}6947$	$3{\cdot}5705$

Die Entfernung der Punkte in der Richtung der dreizähligen S.-A.: — Doppelsalz = 5·655, Salmiak 5·664.

Da dieses Salz mit Wasser unter Abspaltung von NH_4Cl und $NH_4Cl \cdot CdCl_2$ zerfällt (Rimbach), so wäre das von Lehmann beschriebene Zerspringen der „Mischkristalle“ erklärlich. Die weiter beschriebene Änderung des Kristallisations-Verlaufes (Verminderung der Kristallisationsgeschwindigkeit) der Salmiaklösungen, welchen etwas Kadmiumchlorid hinzugefügt wurde, könnte auch damit im Zusammenhange stehen; die Endkonzentration ist nur wenig von der der reinen Lösung verschieden, also es sind hier sicher unbeständige Verbindungen mit im Spiel.

Eine Ähnlichkeit zwischen einem Doppelsalz und einer seiner Komponenten ist von vornherein zu erwarten, wenn die betreffende Komponente sich im Doppelsalz in großem Überschuß befindet. Die morphotropische Wirkung der anderen Komponente ist nicht sehr bedeutend und wenn sie auch, wie hier das $CdCl_2$, ein Auseinanderrücken der Struktureinheiten bewirkt, so wirkt dem die von Retgers nachgewiesene Kontraktion entgegen, und das Äquivalentvolum wird nicht viel verschieden sein [1]).

Die infolge der Doppelsalzbildung entstehende Kontraktion kann nach Retgers [2]) so groß sein, daß das sp. G. des Doppelsalzes größer ist, als das der Komponenten, z. B. K_2SO_4 — 2·664, Na_2SO_4 — 2·674, $K_3Na(SO_4)_2$ — 2·695.

Die Ähnlichkeit des Doppelsalzes mit den Komponenten zeigt sich an Dolomit [3]) Äqu. V. = 31·31, add. berechnet: 32·35. χ beob. = 3·252, berechnet 3·322, χ also beinahe so groß wie bei Magnesit (χ = 3·201).

Durch homogene Deformation der Struktur einer der Komponenten kann man die Struktur des Barytokalzits erhalten. Manche top. Parameter zeigen mit denen des Kalzits und Natronsalpeters, mit welchen er orientierte Verwachsung, bezw. Überwachsungen bildet, große Ähnlichkeit.

[1]) Aus der von Groth adoptierten Theorie der Kristallstruktur folgt, daß der Vergleich eines Doppelsalzes mit seiner Komponente genau so anzustellen ist, wie z. B. der eines isomorphen Mischkristalls. Da die wirklichen M.-Gewichte kristallisierter Körper meistens unbekannt sind, so ist es zweckmäßig, die kleinsten zu nehmen, dabei aber immer tatsächlich äquivalente Molekularvolumina zu vergleichen (Formeln mit gleichem O-gehalt). Wie Groth (Einleitung in die chem. Kristallographie 1904 S. 9) gezeigt hat, ist die Frage der Molekülgröße für solche Zwecke gegenstandslos, weil die Moleküle in einem Atomraumgitter gar nicht existieren und man die „Einheit der Kristallstruktur“ ganz willkürlich wählen kann; z. B.: „man kann mit gleichem Rechte in verschiedener Weise benachbarte S-, O- u. K-Atome zu einer Gruppe SO_4K_2 — oder auch die doppelte Anzahl zu einer Gruppe $S_2O_8K_4$ zusammengefaßt denken“. Man kann also ebenso gut z. B. im Falle des Kalzits und Dolomits die Formel des ersteren verdoppeln oder die dem $CaCO_3$ äquivalente $\left(\frac{CaMg}{2}\right)CO_3$ nehmen. Wegen der Einheitlichkeit des Verfahrens (vergl. isomorphe Mischungen!) ist das letztere zweckmäßiger. So ergibt sich für das Doppelsalz $4NH_4Cl \cdot CdCl_2$ das dem Salmiak äquivalente Volum = 32·9.

[2]) Z. f. Ph. Ch. 4. 1889, 6. 1890.

[3]) Spezifische Gewichtsbestimmung von Retgers.

Barytokalzit

Äq. V. = 41·47

$a:b:c = 0{\cdot}7717:1:0{\cdot}6254$

$\beta = 106^0\,08'$

$\chi = \psi = 3{\cdot}560$

$\omega = 3{\cdot}520$

$\zeta_{bas.} = 4{\cdot}352, \quad \eta_{bas.} = 5\,564$

$\zeta_{prism.} = 4{\cdot}453, \quad \eta_{prism.} = 5{\cdot}509$

$[1\bar{1}0]:[\bar{1}\bar{1}0] = \alpha_1 = 104^0\,41'$

$[1\bar{1}2]:[00\bar{1}] = \alpha_2 = 102^0\,07'$

Natronsalpeter	Kalzit
37·8	36·8
$a:b:c = 0{\cdot}7995:1:0{\cdot}64017$	$a:b:c = 0{\cdot}8110:1:0{\cdot}6437$
$\beta = 110^0\,46'$	$\beta = 109^0\,08'$
$\chi = \psi = \omega = 3{\cdot}460$	$\chi = \psi\ \omega = 3{\cdot}413$
$\zeta = 4{\cdot}322$	$\zeta = 4{\cdot}300$
$\eta = 5{\cdot}405$	$\eta = 5{\cdot}302$
$\alpha = \alpha_1 = \alpha_2 = 102^0\,42{\cdot}5'$	$\alpha = 101^0\,55'$

Um den Vergleich durchzuführen, stelle ich hier den Kalkspat und $NaNO_3$ monoklin auf. Zwei Spaltflächen erscheinen als Prismenflächen, die dritte als Basis. Die Größen ζ und η (die Entfernungen der Struktureinheiten längs der Diagonalen der Rhomboëderebenen) haben hier für die Verwachsung eine besondere Bedeutung und sie sind auch am ähnlichsten.

Das reine Kadmiumchlorid $CdCl_2 . 2\frac{1}{2}H_2O$ kristallisiert monoklin, pseudorhombisch. Wegen der unbekannten Rolle des Wassergehaltes ist es schwer, es mit dem Salmiak zu vergleichen. Jedenfalls ist das M. V. größer.

Der Wassergehalt erschwert auch die Vergleichung der top. Parameter des Salmiaks mit den meisten Doppelsalzen der anderen Schwermetalle, deren Zahl sehr groß ist und die sehr oft pseudokubisch sind. Johnsen hat eine Reihe dieser Doppelsalze gemessen und deren sp. G. bestimmt. Wir haben hier:


$HgCl_2 . 2NH_4Cl . H_2O$

$a:b:c = 0{\cdot}71198:1:0{\cdot}77247$ rhombisch (Johnsen)

Sp. G. 2·84 Äqu. V. = 139·36.

Die Flächen (110) u. (011) entsprechen dem Oktaëder. Für das rhomb. prismat. Netz ergibt sich:

$$\chi_1 = \chi_2 = 4{\cdot}8935$$
$$\omega = 6{\cdot}1586$$

$MnCl_2 . 2NH_4Cl . 2H_2O$ monoklin. (Saunders)

$$a : b : c = 1{\cdot}4913 : 1 : 1{\cdot}4956$$
$$\beta = 84^0\,35' \quad \text{Sp. G. } 1{\cdot}92$$

Pseudo-reg. Setzt man statt (111) das Symbol (121), so hat man

$$a : b : c = 0{\cdot}74556 : 1 : 0{\cdot}7478$$
$$\text{Äqu. V.} = 139{\cdot}84$$
$$\chi_1 = \chi_2 = 4{\cdot}9629$$
$$\omega = 5{\cdot}9506$$

$CuCl_2 . 2NH_4Cl . 2H_2O$ tetragonal (Rammelsberg. Johnsen)

$$a : c = 1 : 0{\cdot}74167$$

Comb. (100) (201) (111) Pseudo-regulär. Sp. G. 2·01

$$\text{Äq. V.} = 136{\cdot}06$$

Eine den vorigen analoge Aufstellung erhält man, wenn man das Salz 1) rhombisch aufstellt. Die Achse c wird zur Querachse und das Symbol der Fläche 100 zu 100

100	zu	100
001	„	010
(201)	„	(110)
(111)	„	(121)

Das Achsenverhältnis ist jetzt:

$$a : b : c = 0{\cdot}67663 : 1 : 0{\cdot}67663$$
$$\chi = 5{\cdot}0758$$
$$\omega = 5{\cdot}6890$$

Noch deutlicher kommt die Ähnlichkeit mit vorigen Salzen bei 2) monokliner Aufstellung zum Vorschein. Die erwünschte Stellung erhält man durch Drehung des Salzes um die Hauptachse um 45°, so daß die Pyramide 201 zur Pyramide I. Art wird, und durch Drehung um 43° 45′ um die jetzige Querachse. Der Winkel der Kante zwischen den Flächen 201 : 021 zu der Hauptachse beträgt 43° 45′, während der entsprechende Winkel in einem Oktaëder: 45° 00′.

Das Symbol der Fl. (201) wird jetzt zu (110)
(111) „ „ „ (100), (001)
(100) „ „ „ (121), $(1\bar{2}1)$

Die Kante $[1\bar{1}2]$ wird zur c Achse, und die Kante $[1\bar{1}\bar{2}] =$
$= \bar{2}01 : 021$ zur a Achse bei dieser monoklinen Aufstellung.

Die Konstanten sind jetzt:

$$a : b : c = 0{\cdot}72324 : 1 : 0{\cdot}72060$$
$$\beta = 92^0\,30'$$

und für das schiefe rhomb. prism. Netz

$$\chi_1 = \chi_2 = 4{\cdot}9704$$
$$\omega = 5{\cdot}8045$$
$$\beta = 92^0\,30'$$

Wir haben hier drei in drei verschiedenen Systemen kristallisierende Salze, in welchen die einander vertretenden Elemente ziemlich weit voneinander stehen, welche aber 1) eine sehr große kristallographische Ähnlichkeit und 2) fast identische Volumverhältnisse zeigen. Die Äqu. V. 139·36, 139·84, 136·06 sind so ähnlich, wie es selten bei isomorphen Reihen vorkommt. Es ist ein Beispiel für das Gesetz, daß die Änderung der Kr.-Struktur, welche durch Einführung verschiedener Elemente hervorgebracht wird, sehr gering ist, wenn die gemeinsamen Bestandteile überwiegen, die Verbindung also kompliziert ist. Hier ist nicht einmal der Wassergehalt konstant, aber es überwiegt das NH_4Cl.

Betrachtet man im Zusammenhang mit der Formel dieser Doppelsalze $R''Cl_2 . 2NH_4Cl . H_2O$ das Äqu. V. von $(NH_4)_2Cl_2 . 2NH_4Cl$, (Salmiak) so findet man: V = 139·92.

Die den vorigen χ und ω entsprechenden Längen eines kubischen Kristalls von V = 139·92 sind: 5·0501 und 5·8273.

Unwahrscheinlich erscheint in Salmiak die Anwesenheit der Doppelsalze, in welchen NH_4Cl nicht überwiegt, wie: $FeCl_3 . 2NH_4Cl . H_2O$, V = 93·08, $NiCl_2 . NH_4Cl . 6H_2O$ — 177·0 etc.

Es ist zu bemerken, daß die „Mischbarkeit“, von welcher hier die Rede war, mit der isomorphen Mischbarkeit, deren Möglichkeit im Falle eines Doppelsalzes und einer Komponente z. T. geleugnet wird, nichts zu tun hat. Es handelt sich hier um orientierte Verwachsung.

II.

1. Die Kristallform des Salmiaks.

Die Dimorphie von NH_4Cl wurde zuerst von Lehmann[1]) beobachtet. Später erhielt Gossner[2]) bei Sublimation im Vakuum isotrope Kristalle, welche sich äußerst rasch bei der Abkühlung umwandelten. Die Modifikation β ist isomorph mit KCl. Im Zusammenhange mit der Dimorphie steht auch die anormale Stellung des Mol. V. von gew. Salmiak (Tutton[3]) Groth[4])) und das Resultat der Versuche über orientierte Verwachsung (Barker)[5]).

Durch Sublimation erhielt ich nach der Abkühlung der Salmiakdämpfe im Kühlapparat isotrope Würfel (bei Zimmertemperatur. Mod. α).

a) Die Form der Kristalle aus reiner Lösung.

Bei rascher Abkühlung entstehen dendritische, gitterartige, rektanguläre Gebilde. In Gefäßen bilden sich Skelette, deren Äste den Achsen [100] entsprechen. T. IX. Fig. 2. Durch vorherrschendes Wachstum in diesen Richtungen bilden sich einspringende Winkel. Die begrenzenden Flächen sind (211) (Marx, Retgers). Die terminalen, stärker gegen die Wachstumsrichtung geneigten (54° 44′) sind klein. Fig. 1. T. IX.

Oft entwickeln sich von den acht zu der Wachstumsrichtung nur wenig geneigten Flächen eines Ikositetraëders nur vier, wodurch die tetr. Trapezoëderform entsteht.

Aus einer großen Masse des käuflichen Salmiaks kristallisierten größere Kristalle Fig. 3. T. IX. Form nach der Winkelmessung: (311) und (211). Von den wenig gegen die Wachstumsrichtung geneigten Ikositetraëderflächen (311) ist wiederum nur jede zweite entwickelt. Da für die Form (311) alle acht Flächen gegen die Achse [100] gleich geneigt sind (17° 33′), so ist eine solche Ausbildung unerklärlich. Zufällig ist aber diese Ausbildung nicht, da eine ähnliche Entwicklung der Fl. (311) auch von L. Wulf[6]) und

[1]) a. a. O.

[2]) Z. f. K., 38. 1903.

[3]) Z. f. K.

[4]) a. a. O.

[5]) Min. Mag., XIV.

[6]) Sitzungsber. d. Berl. Ak. d. W., 1894, 1085.

von Slavik[1]) beschrieben wurde. Betrachtet man aber diese Flächen als zu (311) vizinale Gyroëder-Flächen, dann kann die Neigung der vier benachbarten gleichwertigen Flächen zu der Wachstumsrichtung eine sehr verschiedene sein. So berechnen wir für die Flächen der Form (943) folgende Koordinaten:

hkl	φ	ϱ
439	36° 52′	29° 03·5′
394	18° 26′	67° 08·5′
943	23° 58′	73° 03·5′
113 [2])	45° 00′	25° 14′
131, 311	18° 26′	72° 27′

Die Pole der hier in Betracht kommenden Vizinalflächen dürften den entsprechenden von (311) noch näher liegen, ihre Entwicklung würde für eine linke Form sprechen. Die 4 Flächen, welche mehr gegen die Wachstumsrichtung [100] geneigt sind, werden bei raschem Wachstum verschwinden (z. B. die Fläche 394 etc.).

Es wurde unlängst von V. Goldschmidt[3]) hervorgehoben, daß an Salmiak nur rechte Formen auftreten. Dies würde damit stimmen, daß Mügge[4]) bei KCl nur rechte (*hhl*) gefunden hat. Dagegen ist aber das einzige, für sich allein auftretende Pentagonikositetraëder (943) (von Slavik[5]) gemessen) ein linkes. Die Bedeutung des Auftretens von 48 Flächen[6]) von x an den von Goldschmidt gemessenen Kristallen, die folglich als eine Kombination eines rechten und linken Pentagonikositetraëders zu deuten wären (Zwilling ?), ist nicht ganz klar.

b) Die Form der Salmiak-Kristalle aus Lösungen mit Kadmiumchlorid.

Lehmann fand, daß Beimischung von Metallchloriden zur Salmiaklösung die Ausscheidung von verkrümmten Würfeln bedingt. Wurde nun zur Lösung $CdCl_2$ zugesetzt, so zerfielen die verkrümmten Formen bei der Abkühlung, wobei einzelne Kristallteile weggeschleudert wurden. Dies deutete er als Ausgleichung der inneren

[1]) Z. f. K., 36.
[2]) Die Koord. der Form (311) nach den Goldschmidtschen Winkeltabellen.
[3]) Z. f. K. 45. H. 3. 223.
[4]) Zentrbl. 1906, 256.
[5]) a. a. O.
[6]) a. a. O. T. VII. Fig. 2 und S. 222 (Goldschmidt).

Spannungen, später aber als Folge der Umwandlung der β Modifikation des NH_4Cl in die α Modifikation.

Bereits bei einer Beimischung von 0·0013 Mol $CdCl_2$ auf 6 Mol NH_4Cl ist eine deutliche Wirkung auf die Kristallform zu erkennen. Am Glas u. d. M. genügt eine äußerst geringe Spur von $CdCl_2$, um das Auftreten von würfelförmigen Kristallen zu verursachen. Ein Fragment eines solchen, bei gewöhnlicher Temp. erhaltenen Kristalls wandelt sich nach der Berührung mit reinen Skelett-Kristallen nicht um. Löst man ihn etwas durch Erwärmung, so werden die Skelette im Wachstum beeinflußt und wachsen nun in den Richtungen der dreizähligen Symm.-Achsen. Kühlt man sie schnell ab, so entstehen ebenfalls gitterähnliche Gebilde, aber der Winkel der sich kreuzenden Systeme beträgt jetzt zirka 70°.

$$[111]:[1\bar{1}\bar{1}] = 70^0\,32$$
$$[111]:[\bar{1}\bar{1}\bar{1}] = 109^0\,28' \quad \text{(T. IX. F. 4.)}$$

An weiter entfernten Stellen bilden sich noch rektanguläre, gitterähnliche Formen.

2) Bei langsamer Kristallisation aus solchen Lösungen bildet sich die Kombination (211) (100). Die (100) Flächen sind eben. T. IX. Fig. 5.

3) Bei Anwesenheit einer größeren Menge von $CdCl_2$, etwa 0·004 Mol, bilden sich Kristalle wie Fig. 1. T. IX. Es bilden sich nur die zu den dreizähligen Achsen wenig geneigten Flächen der Form (311) und verschiedener Viz. Fl., so daß solche Gebilde den Eindruck eines Zwillings machen. Die dem Kristallkeim zugewendeten Flächen der in einspringenden Winkeln liegenden Kristallteile gehören zu anderen Formen wie die äußeren. Sättigung der Lösung z. B. 0·004 M. $CdCl_2$ auf 6 Mol. NH_4Cl und mehr. Temp. 30—40°.

4) Bei noch größerer Menge von $CdCl_2$ erhielt ich spitze, trigonale Pyramiden. T. X. Fig. 2. Die begrenzenden Flächen sind: (311), (320), (*hkl*) siehe Projektion T. X. Fig. 3. (auf die Oktaëderebene).

Von den Flächen der Form (311) sind nur die zur trigonalen Wachstumsrichtung unter 10° 02′ geneigten Flächen entwickelt (Fl. Norm. zur [111] = 79° 58′), also z. B. in der Richtung der Kante [111] die Flächen: 113, 311, 131.

Sind solche Gebilde auch längs einer anderen Achse entwickelt,

so entstehen zwillingsähnliche Gebilde, wie an der Figur 2. mit einspringenden Winkeln, indem manche Flächen *über* statt *unter* den benachbarten zu liegen kommen. Ähnliche Formen hat Slavik für NH_4Br beschrieben.

In dieser Ausbildung findet man die Winkel:

$1\bar{3}1 : \bar{3}11 =$	$117^0\,10'$	ber.	115 gem.
$0\bar{2}3 : \overline{11}3 =$	$23^0\,06'$	„	23^0 „
$302 : 320 =$	$46^0\,11{\cdot}5'$	„	
$302 : 230 =$	$22^0\,37'$	„	

$\bar{l}hk : \bar{1}13$ — zirka 10^0 und zwei benachbarte *hlk* Flächen 84^0.

Der Einfluß der Anwesenheit von sehr geringen Mengen von $CdCl_2$ in der Lösung von NH_4Cl auf die Form der sich ausscheidenden Kristalle läßt sich, wie folgt, angeben:

1) Reine NH_4Cl Lösung-Ikositetraëder, Wachstumsrichtung [100]. Isometrische Kristalle lassen sich auf gewöhnlichem Wege nicht erhalten.

2) Spur von $CdCl_2$ in der Lösung: leicht isometrisch entwickelt zu erhaltende Kristalle von der Form: Ikositetraëder und Hexaëder.

3) Mit steigendem Gehalt entstehen in der Richtung der dreizähligen S-Achsen verzerrte Formen. Unter besonders günstigen Bedingungen: nur Hexaëder.

Der Habitus ist also von der Menge des zur Lösung zugefügten Lösungsgenossen abhängig und ändert sich mit ihr in kontinuierlicher Weise, aber innerhalb äußerst enger Grenzen. Eine größere Menge von $CdCl_2$ beeinflußt den Habitus nicht, schließlich kristallisiert das Doppelsalz für sich allein. Es ist hervorzuheben: 1) die kleine Menge der Beimischung, welche schon einen merklichen Einfluß zeigt und 2) daß der Einfluß sich nicht so sehr in der Bildung verschiedener Formen äußert, als vielmehr in der Neigung, verschiedenartige Verzerrungen hervorzurufen.

Ein aus einer kadmiumchloridarmen Lösung erhaltener Kristall verändert sich in reiner gesättigter Salmiaklösung nicht. Die manchmal auftretende Trübung wird durch Bedeckung des Kristalls mit winzigen, sich aus der Lösung abscheidenden Kriställchen bewirkt; durch leichtes Erwärmen kann man sie auflösen und sich überzeugen, daß der größere Kristall unverändert ist.

Die unter 3) beschriebenen Kristalle bilden manchmal nach einer Richtung ausgezogene Hexaëder, die aus einzelnen, gekrümm-

ten Gliedern bestehen. Das letzte besteht aus 4 Teilen, von denen jeder in der Richtung der dreizähligen Sym. A. entwickelt ist. Fig. 4. T. X. Der Kristall wächst in der Richtung der dreizähligen S-Achsen und dennoch entsteht eine in der Richtung der vierzähligen S. A. entwickelte Säule. Ähnlich (Fig. 1. T. IX.) wird die Achse des stärksten Wachstums durch kleine Flächen von der Form (211) abgestumpft. Normale von 112 : [001] 35° 16′. An Stelle der stumpferen 113. tritt die Fl. 112—113 : [001] (25° 14′) auf. Bei gleichmäßigem Wachstum müßte die Form bald verschwinden. Offenbar wird hier der Substanzüberschuß bei Berührung mit dem Kristall momentan bis zur Erreichung des metastabilen Gleichgewichtszustandes der Lösung ausgeschieden, bei welchem der Kristall langsam (in die Breite) wächst. Mit Abkühlung, bezw. Verdunstung wiederholt sich derselbe Prozeß. Vergl. Sommerfeldt [1]. Dieser hält die Unstetigkeit des Wachstums für eine Bedingung der Bildung von Adsorptionen. Miers [2]) hat eine solche Unstetigkeit direkt u. d. M. verfolgen können.

Die Kristallform der aus eisenchloridhaltiger Lösung erhaltenen Kristalle ist gewöhnlich der unter 3) S. 578 beschriebenen ähnlich. Daß es keine Würfel sind, hat schon Johnsen beobachtet. Sie nähern sich aber manchmal sehr der Würfelform.

2. Das optische Verhalten der Kristalle.

Die aus mit Metallchlorid versetzten Lösungen ausgeschiedenen Kristalle sind meist doppelbrechend. Die Doppelbrechung wird den Einlagerungen von Schwermetallsalz zugeschrieben. (Retgers, Johnsen; Roozeboom neigte mehr zu der Annahme von Spannungsdoppelbrechung).

Ist die zugefügte Menge des Lösungsgenossen klein, so ist nur der erste Kristallkeim doppelbrechend und äußerst häufig kommt es vor, daß isotrope und doppelbrechende Partien miteinander abwechseln. Alle aus $CdCl_2$-, auch $FeCl_3$-haltigen Lösung erhaltenen Kristalle zeigen dasselbe opt. Verhalten, d. i.: den Zerfall in 6 opt.

[1]) a. a. O.

[2]) Note on the crystallisation of potassium bichromate Min. Mag. 1908 Vol. XV.

einachsige, negat. Sektoren, α genau senkrecht zur Hexaëderebene. Zwischen +Ni sieht man längs der Würfeldiagonalen ein isotropes Kreuz. Die Doppelbrechung wächst vom Mittelpunkte gegen den Rand zu (Auftreten einer Farbenskala) was sich ohne weiteres aus den Fig. 2. u. 3. erklärt. Je weiter vom Mittelpunkte, desto dicker der sich doppelbrechend verhaltende Bereich.

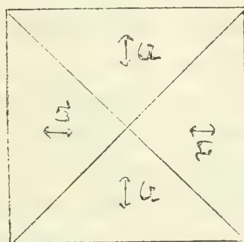


Fig. 2.

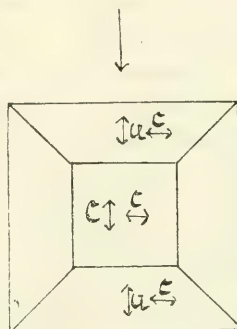


Fig. 3

Aus einer zirka 46·8 g NH_4Cl auf 100 g H_2O enthaltenden Lösung mit 0·0483 Mol $CdCl_2$ im Liter schieden sich Kristalle mit einer Doppellbr. $\gamma - \alpha = 0{\cdot}0003 - 0{\cdot}0005$ aus.

Manche Kristalle zeigen in parallelem Licht bei +Ni ein dunkles Kreuz, welches sich bei der Drehung der Nicole gleichsinnig verschiebt. Längs der Diagonalen der Würfelflächen ist die Auslöschung den Diagonalen parallel, an den der Mitte der Seitenkanten des Würfels benachbarten Stellen ist sie parallel den Würfelkanten.

Das gewöhnliche Verhalten entspricht genau dem Verhalten, welches nach Brauns wenig erwärmte und dann rasch abgekühlte Steinsalzwürfel zeigen. Die Beschreibung und die Abbildung der bis zum Schmelzpunkt erwärmten Steinsalzwürfel passen genau auf den selteneren zweiten Fall (siehe die Arbeit v. Brauns, N. J. f. M. 1887, I, S. 47). Die Ähnlichkeit zwischen diesen durch Spannung hervorgerufenen opt. Erscheinungen und dem Verhalten des Salmiaks ist so groß, daß sie nicht rein zufällig sein kann. Auch die Erwägung, daß die Zufügung ganz verschiedener Salze zur Salmiaklösung im allgemeinen dieselbe optische Erscheinung hervorruft, führt auch zur Annahme von Spannungserscheinungen, die

freilich von der äußeren Umgrenzung des Kristalls unabhängig ist. Die durch abweichendes Mol. Volum der Beimischung bewirkte Spannung müßte sich auf eine senkrecht zur Würfelfläche wirkende Kompression, resp. Dilatation zurückführen lassen, da bei anderer Druckrichtung das Verhalten zweiachsiger Kristalle hervorgerufen würde. Durch Druck ⊥ zu der Oktaëderfläche wird ein tesseraler Kristall auch einachsig, ist aber praktisch kaum erhaltbar (Pockels), und natürlich ist jetzt die Orientierung ganz anders.

Bei langsamer Kristallisation ist die Doppelbrechung sehr schwach. Über die Doppelbrechung in isom. Mischkristallen vergl. die Arbeiten von R. Brauns[1]) und F. Becke[2]).

. Es ist übrigens zu bemerken, daß das Verhalten der einzelnen Sektoren wie optisch einachsige negative Kristalle sich bloß durch Annahme der Anwesenheit von abwechsenden im Verhältniss zur Lichtwellenlänge sehr dünnen Schichten zweier optisch isotroper Substanzen von merklich verschiedenen Brechungsindices erklären läßt. Daß ein derartiges System sich so verhalten wird, haben Braun[3]) und O. Wiener[4]) gezeigt. Auch in diesem Falle müßte sich der Fremdstoff parallel den *Würfelflächen* abgelagert haben.

Daß fremde Körper sich manchmal nur an gewissen Flächen abscheiden und mit diesen Verwachsungen bilden, ist durch zahlreiche Beispiele durch Anwendung von Farbstoffen von O. Lehmann[5]) nachgewiesen worden; es färben sich nur gewisse Flächen des Kristalls und es entstehen abwechselnd farblose und gefärbte Sektoren. Auch Gaubert[6]) hat zahlreiche neue Beispiele gefunden.

Aus Lösungen von $Ba(NO_3)_2$, welche 2% $Pb(NO_3)_2$ enthalten, scheiden sich nach diesem Autor[7]) Mischkristalle aus, welche in den Anwachspyramiden der Oktaëderflächen bis $\frac{5}{3}$ so viel von $Pb(NO_3)_2$ enthalten, wie in denen des Würfels. Im Zusammenhang damit steht die größere anomale Doppelbrechung.

Auch die zahlreichen Fälle von Zonar- und Sanduhr-Struktur wären hieher zu stellen. Vergl. hierüber die Arbeiten von Blum-

[1]) a. a. O.

[2]) T. M. P. M. 25 H. 1—3. 1906 S. 36.

[3]) Phys. Zeits., 5.

[4]) Phys. Zeitschr., 5.

[5]) Z. f. Ph. Ch., VIII.

[6]) Im Bull. d. la Soc. M.

[7]) C. R. 143. 1906.

rich[1]), F. Becke[2]) und die zusammenfassende von Pelikan[3]). Beim Salmiak wären die wirkenden Flächen die Hexaëderflächen, deren Anwachspyramiden die Felderteilung entspricht.

Es könnte nun die Frage entstehen, ob die hier behandelten Kristalle mit Spuren von Kadmium- und Eisenchlorid nicht der Modifikation β angehören, und es ist angezeigt, auf diese Frage der Dimorphie der Alkalichloride einzugehen.

3. Molekularrefraktion von Salmiak und der Alkalichloride.

Die Salmiaklösungen werden im Gegensatz zu NaCl sehr leicht übersättigt. Die Neigung, übersättigte Lösungen zu bilden, soll nach Lecoq de Boisbaudran im Zusammenhang mit der Dimorphie stehen. Der Brechungsexponent des festen Salzes sowie der Salmiaklösungen zeichnet sich durch seine Größe aus.

Überhaupt lassen sich die Eigenschaften der Chloride der Alkalimetalle nicht in eine Reihe bringen, wie aus der angegebenen Tabelle[4]) zu ersehen ist.

	M. G.	Sp. G.	V.	χ	n_D
NaCl	58·4	2·173	26·92	2·9971	1·5443
KCl	74·6	1·989	37·49	3·3468	1·4903
NH_4Cl	53·49	1·531	34·96	3·2699	1·6422
RbCl	120·95	2·806	43·10	3·5061	1·4932
CsCl	168·35	3·993	42·15	3·4801	1·6418

Diese Tatsache wird von P. Groth der Dimorphie zugeschrieben und hat Th. V. Barker bewogen, die Alkalichloride in zwei Gruppen zu teilen.

Ist aber die von A. E. H. Tutton entdeckte Stellung des Ammoniums in der Gruppe der Alkalimetalle allgemein, und hier nur infolge der Dimorphie verdeckt, so sollte die von dem Zustand des

[1]) T. M. P. M., 13. 1892.

[2]) Lotos, N. F. 14. 1894.

[3]) T. M. u. P. M., 16. 1896. Die Zonarstruktur ist also „eine orientierte Verwachsung der Molekel der zweiten Substanz auf dem in der Bildung begriffenen Kr. der ersten".

[4]) Die Sp. G. und V. sind der Arbeit von Barker, Min. Mag., XIV, 1907 entnommen.

Körpers wenig abhängige Größe, die Molekularrefraktion der von Tutton[1]) angegebenen Reihenfolge entsprechen.

Soweit man aus wenigen Beispielen ersehen kann, ist eine angenäherte Konstanz des Lorenz-Lorentz'schen Ausdrucks auch bei Benützung der Brechungs-Indices für ziemlich kleine Wellenlängen tatsächlich vorhanden, wenn die mittleren Br. Indices in Rechnung gebracht werden[2]).

[1]) Vergl. die zahlreichen Arbeiten dieses Autors in Groth's Z. f. K. z. B. 27. 113, 42, 1907.

[2]) So berechnet sich:

Linie D.	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$	$\frac{n-1}{d}$	Linie C.	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$	$\frac{n-1}{d}$
Kalzit	0·1210	0·210		0·1207	0·209
Aragonit	0·1210	0·214		0·1205	0·213
Diff.	0·0000	0·004		0·0002	0·004

Brechungs-Indices nach Rudberg.

Für den Tremolit (Kreutz. Sitzb. d. W. Ak. CXVII. Tr. v. d. Schweiz).

$\lambda = 5{\cdot}89 \,.\, 10^{-5}$ cm	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$	$\frac{n-1}{d}$
	0·117	0·206
Diopsid (Wülfing 1891)	0·115	0·207

Für den Tremolit berechnet sich nach der Analyse $\frac{n-1}{d} = 0{\cdot}206$ (nach Abzug von 0·25% unwesentlicher Bestandteile. Für 0·61% FeO wurde die At. Refraktion von Fe_2O_3 benutzt, was aber nicht viel ausmacht).

$\lambda = 6{\cdot}71 \,.\, 10^{-5}$ cm	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$	$\frac{n-1}{d}$	$\lambda = 5{\cdot}89 \,.\, 10^{-5}$ cm	$\frac{n^2-1}{n^2+2}$	$\frac{n-1}{d}$
Rutil	0·160	0·401	Rutil	0·162	0·414
Anatas	0·163	0 382	Brookit	0·168	0·414
Brookit	0·165	0·400		0·006	0
Diff.	0·005	0·019			

Die Br.-Indices nach Wülfing (Rosenbusch 1905). Das Material ist natürlich nicht als rein zu betrachten.

Rutil	α	2·5671
	γ	2·8415
Mitt.		2·7043

Trotzdem die Ausdrücke von Lorenz für A noch nicht berechnet werden konnten, sieht man, daß die angenäherte Konstanz der Beziehung durch diesen Ausdruck besser wiedergegeben ist.

In der Tabelle sind zusammengestellt die n^2 und n Ausdrücke für NH_4Cl, berechnet aus Bestimmungen I. an einer konzentrierten 5·086 N-Lösung b. 20°, II. einer verdünnten 1 N (aus Dijkens[1]) Angabe von $\frac{n - n_0}{p} = 0{\cdot}001950$ berechnet), III. aus den Bestimmungen am festen Salz (Grailich) für D

	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$	$\frac{n-1}{d}$
I.	0·248	0·420
II.	0·249	0·424
III.	0·236	0·419

I. u. II. stimmen besser miteinander bei Anwendung der Lorentz'schen Formel. Die M. R. von festem gelöstem Salz ist etwas verschieden, wie gewöhnlich Diff. = 0·73. Nach der Mol. Refr. für $\lambda = 5{\cdot}89 \,.\, 10^{-5}$ cm geordnet, erhält man folgende Reihe:

	M. G.	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}$	$\frac{n-1}{d}M$
NaCl	58·4	0·145	8·49	14·71
KCl	74·6	0·145	10·85	18·35
RbCl	120·95	0·104	12·53	21·17
NH_4Cl	53·49	0·236 fest 0·248 gelöst	12·62 f. 13·26 g.	22·41 f. 22·42 g.
CsCl	168·35	0·009	15·22	27·04

Wir haben hier genau dieselbe Stellung des Ammoniums in der Chlorid-Reihe, wie dies von Tutton in der Sulfat- und Selenatreihe festgestellt und für allgemein gültig erklärt worden ist: die M. R. des Am.-Salzes steht zwischen dem Rubidium und dem Cs-Salz, und ist nur etwas größer als die des Rb-Salzes. Die M. R. von KCl, RbCl und CsCl sind der Reihe nach größer, entsprechend der Zunahme des M. G. des vertretenen Metalls.

Die der Berechnung zu Grunde dienenden Werte der anderen Salze wurden dem Werke Groths[2]) entnommen.

[1]) Landolt Börnstein: Tabellen.

[2]) a. a. O.

4. Modifikation der Salmiakmischkristalle.

Gegen die Annahme, daß die besprochenen Salmiak-Kristalle aus $CdCl_2$-haltiger Lösung der Modifikation β angehören, sprechen folgende Gründe:

1) Die Modifikation β ist in gewöhnlicher Temperatur äußerst labil. Die hier erhaltenen Kristalle änderten sich trotz der Berührung mit reinen Salmiak-Kristallen in der Lösung nicht. Sogar nach einigen Monaten war keine Veränderung zu beobachten.

2) Die Kristalle werden nicht nur von den skelettartigen nicht aufgezehrt, sondern es werden bei Erwärmung und teilweiser Lösung der ersteren sogar die Wachstumsrichtungen der letzteren beeinflußt.

3) Das sp. G. dieser Kristalle ist fast dem des reinen Salmiaks gleich. In der Regel ist es etwas größer (Schwermetallsalz). Die β Modifikation sollte nach der Lage des M. V. ungefähr das sp. G. 1·24 haben. (Reiner Salmiak 1·532).

4) Die bereits beschriebenen Formen und die besprochene Entwicklung beweisen unzweifelhaft die Zugehörigkeit der Kristalle zur pentagonikositetraëdrischen Symmetrie-Klasse. Aus kupferchloridhaltiger Lösung bekam Johnsen die Form (875).

5) Die Löslichkeitskurve der Mischkristalle weist keine Unstetigkeit auf (Roozeboom).

6) Der Einfluß von $CdCl_2$ als Lösungsgenossen ist zwar sehr energisch, aber der Schwellenwert ist nicht viel verschieden von dem bisher nur im Falle der Kristallisation des Kalzits allein (von H. Vater) genau bestimmten.

7) Die Abhängigkeit des Einflusses von der Menge des Lösungsgenossen (auch wenn sie stets kleiner ist, um additiv die Eigenschaften merklich zu beeinflussen; siehe weiter unten).

Die Beeinflussung der Kristallform des Salmiaks durch die Metallchloride ist also in unseren Fällen als Einfluß auf den Habitus zu betrachten.

Wir wollen uns jetzt mit dem Verlaufe der Kristallisation beschäftigen.

III.

Über den Verlauf der Kristallisation.

Zur Messung der Kristallisationsgeschwindigkeit aus unter-

kühlten Schmelzen wird gewöhnlich die Gernez[1])-Tammannsche[2]) Methode angewendet. Auch zur Messung der K. G. aus übersättigter Lösung[3]) sich ausscheidenden Kristalle wurde diese Methode angewendet. Über eine andere siehe bei Marc[4]). Die genauesten Messungen der relativen Wachstumsgeschwindigkeit, welche von Loir, Pasteur, C. v. Hauer eingeführt wurden, verdanken wir G. Wulff[5]) und Z. Weyberg[6]). Siehe auch J. Andrejew (Z. f. K. 43). Das Resultat war, daß die von der Richtung abhängige K. G. für verschiedene Körper sehr verschieden sein kann, z. B. die größte K. G. für Salol — 1 mm pro Min. (20°), *m*-Dinitrobenzol K. G. — 1090. (80°).

Zu unserem Zweck der Untersuchung des Verlaufes der Kristallisation schien ein von Prof. H. A. Miers[7]) konstruierter und beschriebener Apparat geeignet zu sein, mit dessen Hilfe man die Br.-Indices der Lösung während der Kristallisation verfolgen kann.

1. Methode der Untersuchung.

Bestimmt man während der Kristallisation die Brechungs-Indices der Lösung in hinreichend nahe liegenden Zeitabständen, so ermittelt man, da die Br. Indices eine Funktion der Sättigung sind, die K. G. aus der betreffenden Lösung. Befindet sich in der Lösung nur ein einziger Kristall, so bestimmt man so seine Wachstumsgeschwindigkeit.

Es sollen also die Brechungs-Indices einer kristallisierenden reinen Lösung bestimmt werden (mit Berücksichtigung der Zeit) und derselben Lösung unter denselben Verhältnissen, der aber etwa $CdCl_2$ zugefügt wurde, und zwar in so geringer Menge, daß der normale Einfluß auf die Löslichkeit von NH_4Cl unmerklich sein müßte; diese

[1]) Gernez. Recherches sur la durée de la solidif. etc. C. R. 95. 1862.

[2]) Eine Reihe von Arbeiten von Prof. Tammann u. seiner Schüler in Z. f. Ph. Ch., auch Pickardt (Z. f. Ph. Ch. 42. 1902), Dreyer Z. f. Ph. Ch. 1904, Padoa, Bruni Atti d. r. Ac. d. Lincei 1904, Red. V. XIII, Galeatti Rend. R. Acc. Lincei Rom. 2 sem. (5) 13 u. viele andere.

[3]) Leenhardt C. r. 141. 1905.

[4]) Z. f. Ph. Ch. 41.

[5]) Z. f. K. XXXIV.

[6]) Z. f. K. 34 u. 36.

[7]) Phil. Trans. of the R. S. Vol. 202.

Menge genügt aber, um einen bedeutenden Einfluß auf den Habitus des Salzes auszuüben. Außer der Zeit sollte natürlich auch die Kristallisationstemperatur bestimmt werden, eine Größe, die bei Untersuchungen des Einflusses der Lösungsgenossen gewöhnlich vernachlässigt wird. Die Frage war, ob und welcher Unterschied sich in dem Verhalten beider Arten von Lösungen konstatieren läßt [1].

Das hier benutzte Instrument, dessen Benützung ich der Freundlichkeit des Prof. Miers in Oxford verdanke, war ein neu kon-

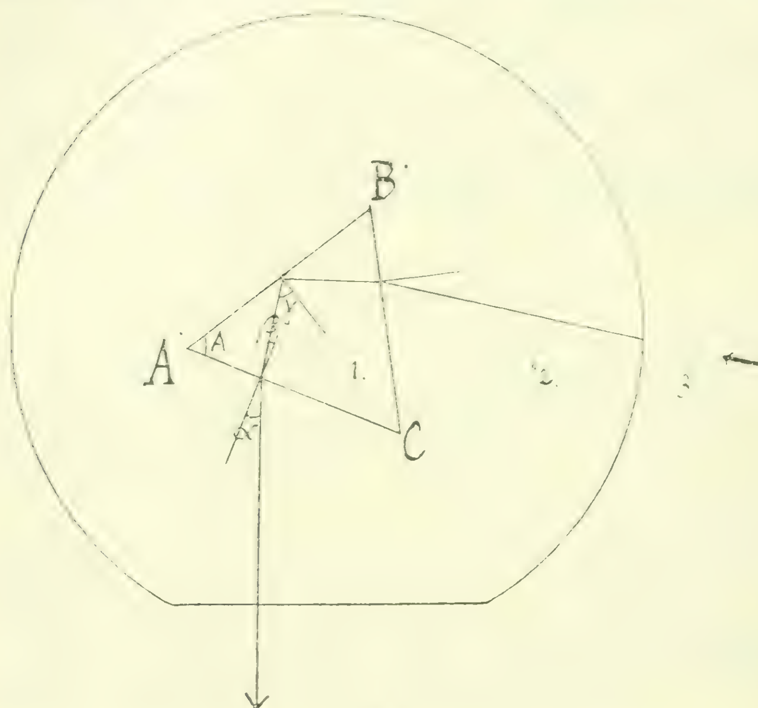


Fig. 4.

struiertes Modell und im Prinzip dem schon beschriebenen ähnlich, nur viel größer und mit manchen Verbesserungen versehen. Am Limbus können 10″ bequem abgelesen werden. Der störende Ein-

[1]) Wenn der Schwellenwert des Einflusses eines Lösungsgenossen nicht so klein ist, also erst bei größerer Menge des Lösungs-Genossen eine Habitus-Änderung sichtbar wird, sind auch bedeutende Unterschiede selbstverständlich. Hier wäre zu untersuchen, ob nicht in der Nähe des Schwellenwertes eine Unstetigkeit vorhanden ist.

fluß von Konzentrationsströmungen wird dadurch ausgeglichen, daß die im Gefäß von 350 cm^3 Inhalt sich befindende Flüssigkeit mit Hilfe eines rasch sich bewegenden Ringes oder von Platin-Mühlen (welche durch eine elektrische Turbine getrieben werden) in stetiger Bewegung erhalten wird. Der Verdunstung der Flüssigkeit wird durch eine Schutzschichte von Öl vorgebeugt. Ein die äußere Seite des zylindrischen Gefäßes umspülender Wasserstrom von beliebiger Temperatur ermöglicht die Ausführung der Versuche in einem Temperatur-Intervall zirka 20°—80° und deren Wiederholung, ohne daß etwas an der Aufstellung des Instrumentes geändert werden müßte.

Die Genauigkeit, mit welcher man die Messungen ausführen muß, damit der Fehler im Resultat 0·0001 nicht übersteigt, ergibt sich aus folgender Betrachtung. Die seitwärts auf die Flüssigkeit fallenden Lichtstrahlen werden in dem in der Flüssigkeit eingetauchten Prisma ABC (Fig. 4) an der Fläche AB teilweise reflektiert. Der Grenzwinkel der Totalreflexion sei γ. Die Grenze der T. R. wird gegen die Normale der Seite AC fixiert, was durch Drehung des Prismas um die Instrumentachse geschieht, bis die Grenze in das Fadenkreuz des genau senkrecht zur Fensterscheibe des zylindrischen Gefäßes festgeklemmten Fernrohrs fällt.

Mit demselben Instrument wird auch der Prismenwinkel A abgelesen. Aus

$$n_{21} = \frac{1}{\sin\gamma} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}, \quad \beta = \pm(\gamma - A)$$

folgt

$$n_{21} = \frac{1}{\sin A}\sqrt{1 + \sin^2\alpha \mp 2\cos A \sin\alpha}\,, \tag{1}$$

je nachdem $\gamma \gtrless A$.

(n_{21} — Br.-Ind. beim Übergang aus der Flüssigkeit in das Prisma. n_{31} — aus der Luft)

oder die von Miers benutzte Scheringsche Formel: $n_{21} = \cos p$,

$$\operatorname{tg} p = \frac{\cos A \mp \sin\alpha}{\sin A} =$$

$$= \frac{2\sin\left(45^\circ \pm \frac{A-\alpha}{2}\right)\sin\left(45^\circ \mp \frac{A+\alpha}{2}\right)}{\sin A}$$

Damit die Beobachtung möglich sei, muß $\beta < \gamma$, also $A < 2\gamma$ sein. Nimmt man die Größen $\Delta\alpha$ und ΔA als gleich an und nimmt man die Ausdrücke $\frac{\partial n_{21}}{\partial \alpha} \Delta\alpha$ und $\frac{\partial n_{21}}{\partial A} \Delta A$ in ihrem absoluten Wert (weil wir den Sinn des Fehlers, den wir begehen, bei der Messung beider in Betracht kommenden Winkel nicht kennen) so ergibt sich:

$$\Delta n_{21} = -\sqrt{n_{21}^2 - 1}\left(n_{21} + \frac{\sin(A+\alpha) \mp \sin^2\alpha}{n_{21}\sin^2 A}\right)\Delta\Theta$$

wo $\Delta\Theta = \Delta A = \Delta\alpha$.

Der Ablesungsfehler beträgt im Mittel 10″, Maximum 30″. Ist der Br.-I. des Prismas 1·6, der Lösung 1·4, $A = 60^0\,00'$, so ist der Fehler im Endresultat $\Delta n_{21} = 0{\cdot}000058$ für $\Delta\Theta = 0{\cdot}0000485$, d. i. 10″ und für 30″ $\Delta n_{21} = 0{\cdot}000174$. Aus:

$$\partial n_{21} = -\frac{(n_{21}^2 \cos A \mp \sin\alpha)}{n_{21}\sin A}\Delta A$$

folgt ein durch einen Ablesungsfehler von 10″ bei Messung des Prismenwinkels bewirkte Fehler 0·000031.

Würde man zur Bestimmung derselben Größe n_{21} sich einer Abbe'schen Halbkugel (Br.-I. des Glases 1·6) bedienen, so würde: $\Delta n_{21} = -\frac{\operatorname{cotg}\gamma}{\sin\gamma}\Delta\gamma$ und in unserem Beispiel $\Delta n_{21} = 0{\cdot}0000306$ (Fehler von 10″).

Der Fehler von n_{32} ist $\frac{n_{32}^2}{n_{31}}$-mal größer, also im Beispiel: $\Delta n_{32} = 0{\cdot}000037$, bezw. 0·00011.

Also Fehler über 0·0001 sind nur auf die ungleichmäßige Temperatur zurückzuführen. Der Br.-Index des Prismas muß natürlich wenig gegen die Temperaturänderung empfindlich sein, außerdem wurden hier noch Korrekturen angebracht. Immerhin ist die Messung bei höherer Temperatur viel weniger genau.

Das Bestreben, bei konstanter Badtemperatur zu arbeiten, erwies sich als zwecklos, da mit Zunahme der Rührgeschwindigkeit auch die Abscheidungsgeschwindigkeit aus reiner NH_4Cl-Lösung wächst, so daß die Erhaltung einer maximalen K. G. (wenn überhaupt möglich) ganz unerreichbar wäre. Aus einer mit Salmiak gesättigten

[1]) Bei Abbe-Pulfrich direkt: $\Delta n_{32} = n_{31} \cdot \cos\gamma\,\Delta\gamma$.

Gummilösung scheiden sich Salmiakskelette sehr langsam aus. Es genügt aber, die Lösung in rasche Bewegung zu bringen, damit momentane Ausscheidung des Überschusses eintrete. Dagegen bei langsam kristallisierendem Salz (NH_4Cl + Cd-chlorid + Wasser), wo offenbar chemische Prozesse im Spiele waren, hatte die Rührgeschwindigkeit nur unbedeutenden Einfluß. Eine solche Untersuchung im Fall einer Lösung mit großem metastabilem Bereich könnte nur zur Verfolgung der Abhängigkeit der K. G. von der Übersättigung dienen, wenn auch die Temp. in der Lösung selbst wegen Wärmeentwicklung nicht konstant wäre. Während des Versuches würde die Abscheidungsgeschwindigkeit mit der Annäherung an den Sättigungspunkt kleiner werden (vergl. die Bestimmungen der K. G. übersättigter Lösungen von Leenhardt).

Für unsere Zwecke genügt es, die Br.-Indices der zu vergleichenden Lösungen bei der Abkühlung zu verfolgen, dabei aber darauf zu achten, daß die Wärmekonvektionsverhältnisse möglichst ähnlich bleiben und die Rührgeschwindigkeit konstant erhalten wird.

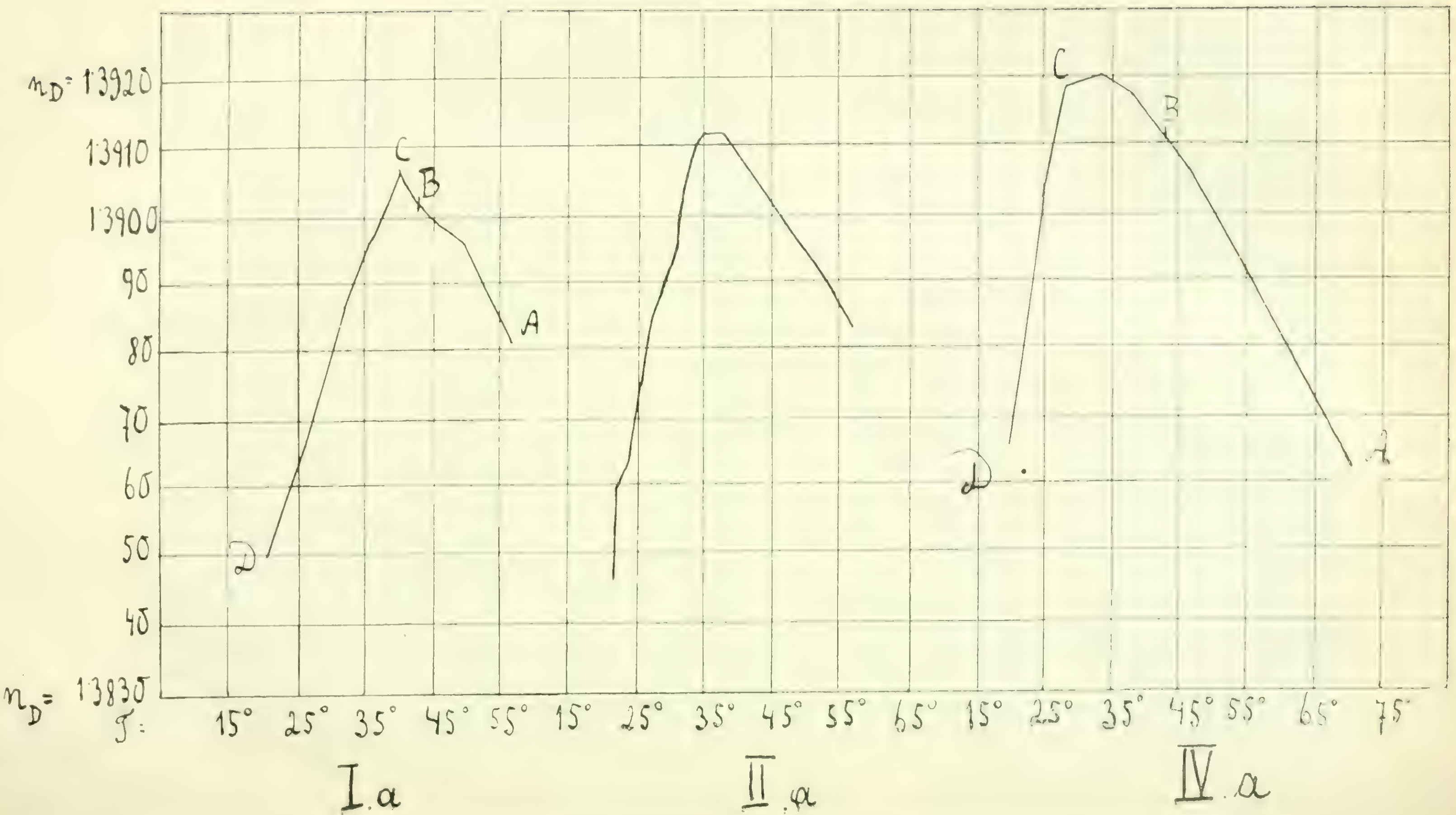
Bei reinem Salmiak sind die erhaltenen Werte umso weniger unregelmäßig, je schneller die Bewegung des Rührapparats ist, sonst erhält man zum Teil auch wegen ungleichmäßiger Temperatur zickzackförmige „Temperatur-Konzentrations“-Kurven.

In folgenden Tabellen sind die Resultate einer Anzahl von Experimenten angeführt. In jeder Beobachtungsreihe wurde zuerst der Verlauf der Kristallisation des reinen Salzes bestimmt und nachher eine stets wachsende Menge des Lösungsgenossen zugesetzt und das Experiment wiederholt. Die Konzentration von NH_4Cl bleibt fast dieselbe in jeder Beobachtungsreihe. Die zugefügte Kadmiumchloridmenge war in der Regel sehr gering, wie aus den angegebenen Zahlen ersichtlich ist.

Die Bezeichnung: Krist. bedeutet, daß in der Lösung Salmiakkristalle existenzfähig sind. also entweder sich schon bilden, oder mindestens nicht mehr aufgelöst werden; U. P. bezeichnet den Umkehrungs-Punkt; es ist die Temperatur. bei welcher die Kurve der Temp.-Brechungs-Indices plötzlich bricht. Die Zeit (Z. in Minuten) wurde womöglich von der Sättigungstemperatur der entspr. reinen NH_4Cl-Lösung gezählt.

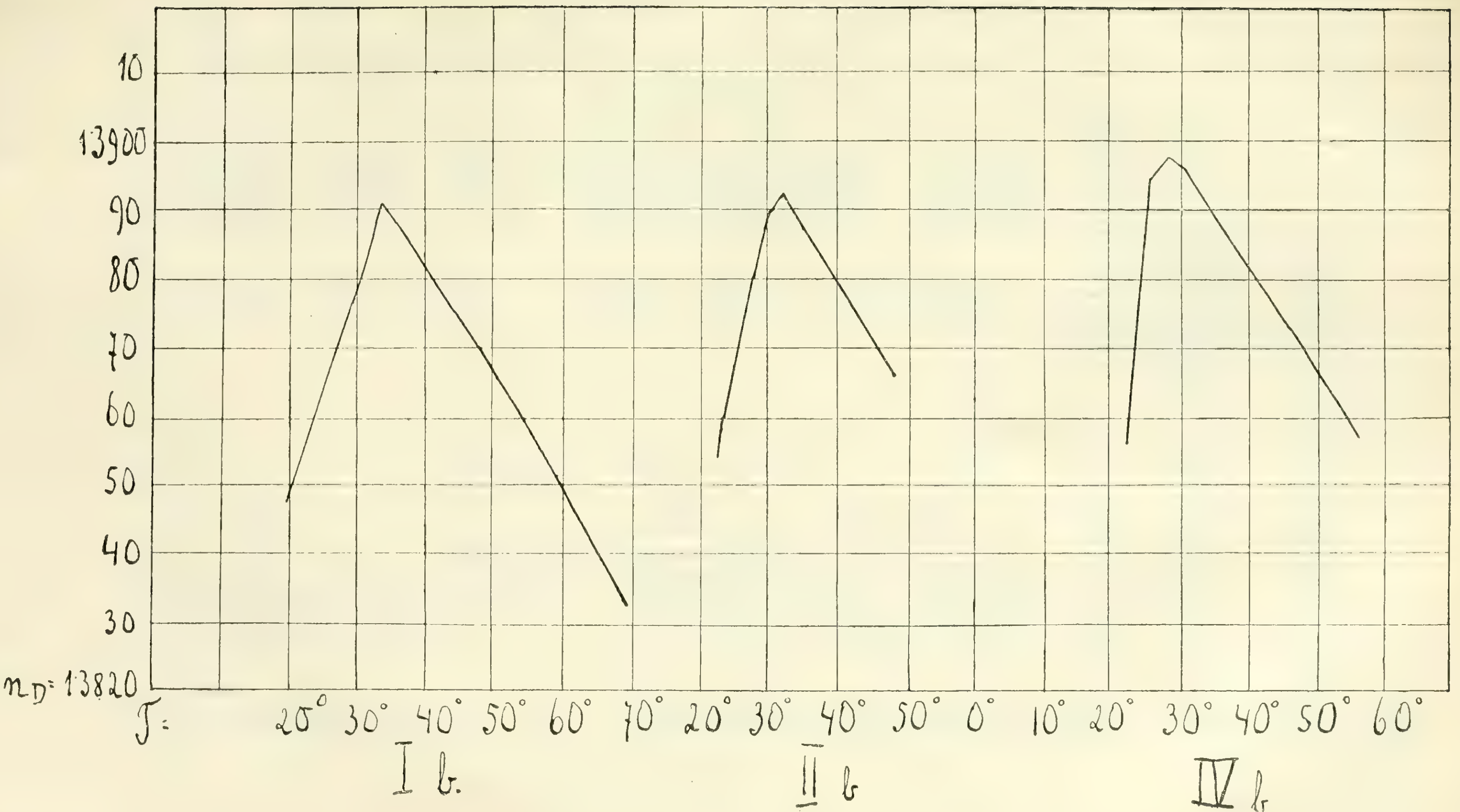
In Fig. 5 u. 6 sind einige von solchen Kurven abgebildet. Sie

Fig. 5.



nD = 1·3920
1·3910
1·3900
90
80
70
60
50
40
nD = 1·3830
T:
15° 25° 35° 45° 55° 15° 25° 35° 45° 55° 65° 15° 25° 35° 45° 55° 65° 75°
C
B
A
D
I.a
II.a
IV.a

Fig. 6.


10
13900
90
80
70
60
50
40
30
nD = 13820
T:
20° 30° 40° 50° 60° 70°
20° 30° 40° 50°
0° 10° 20° 30° 40° 50° 60°
I b.
II b
IV b

sind nach Zahlen, welche unter denselben Nummern zusammengestellt sind, konstruiert.

Ammoniumchlorid-Lösung.

Konzentr. 6·594 Mol NH_4Cl (in 1 l.) Sätt. P. 42·5°

I. a.

$CdCl_2$ — 0%

T.	n_D	Z
57°	1·38820	15′
50	1·38965	
43·2	1·39020	0′
41	1·39070	Krist. U. P.
39·5	1·39040	
38	1·39010	16′
35·5	1·38925	
32·5	1·38870	
27·2	1·38670	60′
24·0	1·38585	
23·2	1·38585	
22·9	1·38540	180′
21·0	1·38505	255′

II. a

$CdCl_2$ — 0·0039 Mol in 1 l.

T.	n_D	Z
57·5	1·38835	15′
50·5	1·38950	
44·8	1·39025	> 0′
42·5	1·39060	
40·5	—	Krist.
39·8	1·39090	
39·0	1·39110	
37·0	1·39110	
35·5	1·39125	U. P.
32·8	1·39065	20′
30·5	1·38905	34′
27·5	1·38815	58′
24·0	1·38630	90′
22·6	1·38605	180′
22·5	1·38465	720′

III. a.

$CdCl_2$ — 0·0117 Mol in 1 l.

T.	n_D	
41·0	1·39100	Krist.
38	1·39140	
36	1·39165	
34·8	1·3919	
33	1·3918	21′
31	1·3915	30′
30·2	1·3911	
30·0	1·3909	
22	1·3862	277′

IV. a.

$CdCl_2$ — 0·0234 Mol in 1 l.

T.	n_D		
70°	1·38635	23′	
56°	1·38905		
47·2	1·3906		
		> 0′	K.
38·5	1·3917	10′	
34	1·39205	25′	
28·5	1·3919	50′	U. P.
25·5	1·3903	85′	
20·5	1·38655	215′	

V. a. [1])
$CdCl_2$ — 0·438 Mol.

T.	n_D	Z	
40	1·39225		
39	1·3923	Krist. 0	
36·5	1·3929		
32·2	1·39315		
30·5	1·3934	24′	
28	1·3935	38′	U. P.
26·2	1·3925	51′	
21·0	1·3896	127′	

2. Beobachtungsreihe.
Konzentr. 6·194 Mol in 1 l. Sätt. P. —35·4°

I. b. $CdCl_2$ — 0%

T.	n_D	
69·0	1·3833	
66·0	1·3839	
56·5	1·3855	
54·5	1·3859	
51·0	1·3865	
47·5	1·3870	
45·0	1·3873	
41·5	1·38775	
38·9	1·3883	
36·5	1·3886	
35·4	—	
34·5	1·3885	
34·0	1·3886	K.
33·5	1·38905	U. P.
33·3	1·3888	
31·0	1·3882	
30·0	1·3878	
28·2	1·3872	
27·5	1·3869	
26·4	1·38685	
20·2	1·3847	

I. b. $CdCl_2$ — 0%

T.	n_D	
46·7	1·3867	
45·5	1·3870	
44·0	1·3872	
41·0	1·3880	
36·5	1·3883	
35·2	1·3885	
34·5	1·3889	Krist. U. P.
34·0	1·3890	
33·8	1·3890	
33·0	1·3887	
32·9	1·39875	
32·5	1·3885	
31·0	1·38815	

[1]) Abkühlung rascher, da etwas Lösung zu Versuchen in zugeschmolzenen Röhren verbraucht wurde.

II. b.

$CdCl_2$ — 0·00138 Mol in 1 l.

T.	n_D		T.	n_D	
49·5	1·3866		33·0	1·38915	U. P.
47·5	1·38675		32·0	1·38915	
45·5	1·38725		30·75	1·3889	
42·8	1·3874		30·0	1·3885	
40·25	1·38755		29·0	1·3881	
42·25	1·3880		28·0	1·38735	
37·8	1·3883		26·5	1·3872	
35·1	1·3889		24·2	1·3854	
34·0	1·38905	Krist.			

III. b.

$CdCl_2$ — 0·00415 Mol in 1 l.

T.	n_D		T.	n_D	
71	1·3834		34	1·38915	
56	1·3861		33·8	—	Krist.
52·2	1·38655		33·0	1·38925	
45·9	1·3874		32·1	1·3893	
41·0	1·3883		31·5	1·3895	
39·6	1·3886		30·6	1·38965	U. P.
36·8	1·3890		29·0	1·3894	
35·0	1·3890		28·0	1·3889	
			20·3	1·3852	

IV. b.

$CdCl_2$ — 0·00833 Mol in 1 l.

T.	n_D		T.	n_D	
57·5	1·38570		33·5	1·38920	Krist.
52·5	1·38645		32·5	1·38940	
48·0	1·38710		31·5	1·38960	
44·0	1·38775		30·0	1·38980	
39·2	1·38850		29·0	1·38975	
35·5	1·38900		28·5	1·38990	
35·2	138910		28·0	1·38980	
34·0	1·38920		26·5	1·38940	
			23·0	1·38560	

V. b.

$CdCl_2$ — 0·01664 Mol in 1 l.

T.	n_D		T.	n_D	
56	1·3859		30·0	1·3904	U. P.
50	1·3870		29·0	1·3902	
42	1·38815		28·0	1·38995	
38·7	1·3889		27·0	1·3898	
35·5	1·3893		26·25	1·38965	
34·0	1·3893		25·5	1·38945	
32·8	1·3898	Krist.	23·0	1·3885	
32·0	1·38965		21·9	1·38725	
31·0	1·3898		20·1	1·3852	
			20·3	1·3852	

Br.-I. nach der Methode der Minimalablenkung in einem Hohlprisma, dessen brechender Winkel = 59° 58′, im Na: 1·38484 bei 23°.

Reine Chlorammoniumlösung.

I.

T.	n_D		T.	n_D
46°	1·3890		34·0	1·3883
43°	1·3896		33·0	1·3882
40°	1·3898		31·5	1·3878
39	—	K. P.	29·2	1·38725
38·5	1·38975		29·0	1·3872
37·9	1·39035		28·2	1·3869
37·0	1·39035		27·5	1·3867
36·4	1·3895		26·0	1·3859
35·8	1·38935			

II.

$CdCl_2$ — 0·010 Mol.

T.	n_D	T.	n_D
57	1·3871	35·0	1·3905
52	1·3880	34·5	1·3906
46	1·38875	33·5	1·3908
43·2	1·3893	32·7	1·3907
42·5	1·3895	30·2	1·3908

T.	n_D	T.	n_D
40·5	1·38985	29·5	1·3904
39·5	1·3899	29·0	1·3903
38·5	1·38995	28·25	1·38985
37·8	1·3900	27·7	1·3896
36·0	1·3904	27·2	1·3894
		20·0	1·3848

II′.

T.	n_D	T.	n_D	
65	1·3853	35·5	1·3902	
62	1·3859	34·0	1·3903	Krist.
50	1·3885	33·0	1·3902	
47	1·3882	32·0	1·3906	
42	1·3893	30	1·3904	
41	1·3893	29	1·3902	
40	1·3894	28	1·3899	
39	1·3897	27	1·3896	
38	1·3900	23	1·3855	
		22·5	1·3850	

Reine Salmiak-Lösung.

Auf 100 g H_2O — zirka 48·5 g NH_4Cl.

T.	n_D	Z	T.	n_D	Z
69	1·3865		43	1·3911	
63	1·3884	0′	42	1·3906	32′
58	1·3892		40	1·3903	
51	1·3903		38·5	1·3897	43′
48	1·3907	17′	38	1·38935	47′
45·5	1·3910	22′	37	1·38955	
45	1·3912	Krist.	35	1·38870	60′
44	1·3915	U. P.	30·5	1·38760	90′
43·5	1·3917	26′	28·0	1·38650	138′
			24·5	1·38580	212′

Reine Salmiak-Lösung.

Auf 100 g H_2O — 44·5 g NH_4Cl.

T.	n_D	Z	T.	n_D	Z	
70	1·3843	0	45·5	1·3883		
68	1·38465		39·5	1·3890		
65	1·3851		—	—	Krist.	
60	1·3857	8′	36·0	1·3894	61′	U. P.
56·5	1·3869		34·0	1·3886	81′	
51·5	1·3872	19′	33·0	1·38815	91′	
			30	1·3875	136′	
			29·0	1·3865	272′	
			25·0	1·3860	327′	

2. Kristallisationsverlauf aus reiner Lösung von NH_4Cl.

Der Kristallisationsverlauf ist aus der Kurve Fig. 5, I a ersichtlich. Ein bis zwei Grade unter dem Sättigungspunkte scheidet sich der ganze Überschuß spontan aus. Schon früher zeigen sich einige wenige Kristalle. Die Kurve *AB* stellt einfach die Änderung des Br.-Ind. mit der Temperatur einer bei *B* gesättigten Lösung. Wegen der sehr starken Verminderung der Löslichkeit nimmt der Br.-I. bei der Abkühlung, nachdem die Ausscheidung begonnen hat, sehr rapid ab. Eine Sättigung, die der des Gleichgewichtszustandes bei jeweiliger Temperatur entspricht, wird so schnell erreicht, daß die Kurve *DC* beinahe einer Grenzkurve zwischen zwei Gebieten entspricht; in dem unteren Gebiet entsprechen alle Punkte einer untersättigten, im oberen aber einer übersättigten Lösung.

3. Kristallisationsverlauf aus einer Ammoniumchlorid-Lösung nach Zufügung von $CdCl_2$.

Der Unterschied von der reinen Lösung läßt sich folgendermaßen formulieren: 1) Die Temperatur, bei welcher der Brechungs-Index zu sinken beginnt, liegt viel tiefer für dieselben Lösungen, denen etwas $CdCl_2$ zugegeben wurde. 2) Der Br.-Index sinkt in solchen Lösungen viel langsamer, trotz den ganz analogen Wärmekonvektionsbedingungen ist die Kristallisationsgeschwindigkeit viel geringer. Bei der Temperatur, welche dem Sättigungspunkt der reinen

Lösung entspricht (B. Fig. 5. IV a), sieht man keine Änderung eintreten, d. h. der Br.-Index der Lösung steigt beim Abkühlen stetig. Bald darauf wird aber die Zunahme sichtlich geringer, was aus einer deutlichen Abflachung der Kurve sichtbar wird. Sie wird durch Ausscheidung geringer Substanzmengen bewirkt. Erst einige Grade nach Überschreitung der Temperatur, bei welcher der Br.-Index der reinen Lösung zu sinken beginnt, kehrt die Kurve plötzlich um: der Br.-Index wird kleiner (Punkt C. Fig. 5). Bei dieser Temperatur tritt auch eine nebelartige Trübung der Flüssigkeit infolge der plötzlichen Kristallisation in der ganzen Lösung (spontane Kristallisation) ein. Vor dieser Temperatur scheiden sich nur wenige Kristalle aus, die aber ziemlich groß werden können. Aber auch nach Überschreitung dieser Temp. (des Umkehrungspunktes) sinkt der Br.-Index viel langsamer als in der reinen Lösung. Eine der Konzentration der reinen Lösung ähnliche Sättigung wird erst nach vielen Stunden erreicht. Dadurch, daß eine merkliche Ausscheidung in solchen Lösungen erst bei einer viel niedrigeren Temperatur beginnt, erklärt sich, daß ihre Br.-Indices so hohe Werte erreichen, trotzdem sie sich bei der Temperatur des Sättigungspunktes der reinen Lösung nur wenig unterscheiden. (Die Differenz ist durch den $CdCl_2$-Gehalt bewirkt).

So hat z. B. eine Salmiaklösung während der Kristallisation b. 24° einen Br.-Index $n_D = 1{\cdot}3861$, dieselbe Lösung mit 0·00415 Mol $CdCl_2$ in 1 l. — $n_D = 1{\cdot}3870$, und mit 0·0166 Mol $CdCl_2$ — 1·3904. Mit der Zeit sinkt aber dieser Br.-Ind. zu 1·3852, die Lösung war also so stark übersättigt.

Der Brechungs-Index einer in zirka 32·8° gesättigten Salmiaklösung (6·194 Mol NH_4Cl + 0·0166 M $CdCl_2$ in 1 l) ist in

255 Min. nach Überschreitung dieser Temp.	$n_D =$	1·3885	T. 23°
405 „ „ „ „ „		1·38725	T. 21·9°
995 „ „ „ „ „		1·3852	T. 20·1°

Dieser ändert sich nicht mehr. Nach 1400 Min. ist $n_D = 1{\cdot}3852$ T. 20·2°.

Sechs Gramm NH_4Cl, welche sich in einem der Beispiele aus reiner Lösung in 250 Min. ausscheiden (Abkühlung um 14°), schieden sich aus derselben Lösung, wenn etwas $CdCl_2$ zugesetzt wurde, erst in 1000 Min. ab (unter sonst ähnlichen Verhältnissen).

Der Einfluß auf die Umkehrungspunkte der Kurve: Temperatur — Brech.-Indices ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Sättigung		Sättigungstemperatur — Umkehrungspunkt
Sättigung: 6·564 Mol NH_4Cl +	0 $CdCl_2$	1·5°
„	0·0039 Mol. $CdCl_2$	5·5°
„	0·0117 „	11·5°
„	0·0234 „	14°
„	0·0438 „	14·5°
6·194 Mol NH_4Cl +	0 $CdCl_2$	2°
„	0·00138 Mol. $CdCl_2$	3·4°
„	0·00415 „	4·8°
„	0·00833 „	6·9°
„	0·0166 „	5·4°

Es wurde versucht, die bei einer niedrigeren Temperatur sich ausscheidenden Kristalle ($CdCl_2$ in Lösung) auch bei einer niedrigeren Temperatur in Lösung zu bringen. Doch dies gelang nicht, im Gegenteil scheinen sie wahrscheinlich infolge ihrer größeren Kompaktheit noch schwerer löslich zu sein.

Dieses ganz andere Verhalten der NH_4Cl-Lösungen, welchen $CdCl_2$ zugefügt wurden, könnte man zum Teil durch Annahme der Bildung komplexer Ionen erklären, wodurch die Löslichkeit vergrößert wäre. So sind z. B. Jodkristalle bei Anwesenheit von KI mehr löslich infolge der Bildung von kompl. Ionen K_3. Ebenso kann sich bei Anwesenheit von Br das Salz KBr_3 bilden. Es sei auch an die Anschauungen Werners erinnert. Das Verhalten der Metallammoniakverbindungen ist sehr wichtig. Eine solche Annahme reicht aber schwerlich aus wegen der geringen Menge des zugefügten Metallchlorides, und eine Beeinflussung der Löslichkeit dürfte nicht groß sein.

Normal würde $CdCl_2$ infolge schwacher Dissoziation die Löslichkeit vermindern. Die Existenz von Hydraten in konzentrierten Elektrolytenlösungen ist nach Jones[1]) und Getman wahrscheinlich. Es könnte hier auch ein Einfluß der labilen Modifikation vorhanden sein[2]). Die wachsenden Kristalle sind aber stabil.

Beachtet man nur die durch das Experiment gegebene Seite der Erscheinung, so sieht man: Durch Zusatz sehr geringer Men-

[1]) Am. Jour. **31**. 303; Z. f. Ph. Ch. **46**.

[2]) Ostwalds Gesetz der nacheinander folgenden Reaktionen: es bildet sich die Form, die mit kleinstem Verlust an freier Energie erreichbar ist. Z. f. Ph. Ch. XXII., 1897.

gen von $CdCl_2$ wird die Kristallisationsgeschwindigkeit stark vermindert. Parallel damit geht die Beeinflussung des Habitus der sich ausscheidenden Kristalle.

4. Das Verhalten der NH_4Cl-Lösung in zugeschmolzener Röhre.

Die nach der Methode von Miers ausgeführten Versuche ergaben folgendes Resultat: Reine NH_4Cl-Lösungen kristallisieren bei derjenigen Temperatur, welche dem Knickpunkt der Brechungsexponentenkurve entspricht, also bald nach Überschreitung der Sättigungstemperatur. Mit $CdCl_2$ versetzte Lösungen kristallisieren viel später. Vor der Beobachtung wurde die Lösung zirka $\frac{3}{4}$ Stunden in einer T. 80° – 90° gehalten und nachher mit Korundstücken geschüttelt (im Bad).

Einige Beispiele mögen angeführt werden:

Reine Salmiaklösung: 51·67 g auf 100 g H_2O

kristallisiert bei 56° } bei sehr starkem Schütteln.
löst sich bei 58° }

Wenn man die Lösung vor jeder Bewegung schützt, so kann man sie bis zu einer T. von 40° und wahrscheinlich zu einer noch niedrigeren abkühlen. Dieselbe Flüssigkeit mit etwas $CdCl_2$ konnte erst bei 42·5° – 43° trotz des heftigen Schüttelns zur Kristallisation gebracht werden.

Die Lösung von Exp. IV. a mit 0·023 Mol $CdCl_2$, welche in reinem Zustande etwas unter 43·5° kristallisierte, wurde nach heftigem Schütteln etwas trüb, worauf die Kristalle sehr langsam größer wurden. Offenbar aber waren noch nicht alle Keime gelöst, denn bei Wiederholung des Experimentes wurden die Kristalle erst bei 28° sichtbar, d. i. nahe der Temperatur, bei welcher der Brechungs-Index zu sinken beginnt.

Die Beimengung von $CdCl_2$ zur Salmiaklösung hat also die Wirkung, daß das metastabile Gebiet der übersättigten Lösung sehr erweitert wird.

Der metastabile und labile Zustand der übersättigten Lösung bei Miers entspricht dem von Ostwald angegebenen, nur pflegt Miers die Flüssigkeit stark zu schütteln. Vergl. die Untersuchungen von Miers und Frl. Florence Isaac über diesen Gegenstand[1]).

[1]) Miers, H. A. and Isaac Fl. Journ. Chem. Soc. 1906, 89, Rep. Brit. Ass. for 1906, Proc. Roy. Soc. 1907, Transact. of the Chem. Soc. 1908. Vol 93.

Kristallisationsverlauf aus eisenchloridhaltiger Lösung.

Bei geringen Mengen des Lösungsgenossen liegt der Unterschied von der reinen Lösung darin, daß die Kurve: Brechungs-Index-Konzentration keinen scharfen Knickpunkt aufweist, nachher aber die Kristallisation schneller verläuft. Der Unterschied ist hier also viel geringer, die Wirkung von $FeCl_3$ auf den Kristallisationsverlauf bedeutend schwächer, als von $CdCl_2$.

Zirka 50 g NH_4Cl auf 100 g H_2O. Lösungs-Genosse: 0·0241 Mol $FeCl_3$ in 1 l.

T.	n_D	Z
60	1·3921	0
56	1·3926	
53·5	1·3931	
49·5	1·3936	10′
46·5	—	Kr.
45	1·3933	
39	1·3932	35′
36·5	1·3913	45′
33·5	1·3902	
25·2	1·3874	243′
24·2	1·3870	395′

Kristallisationsverlauf aus harnstoffhaltigen Lösungen.

Geringe Mengen von Harnstoff haben keinen Einfluß auf den Habitus. Auch im Kristallisationsverlauf ließ sich kein merklicher Unterschied feststellen.

0·1166 Mol in 1 l CH_4N_2O

T.	n_D	Z
68°	1·3899	
64	1·3906	
60	1·3909	
54	1·3919	
52	1·3924	
49	1·3923	
47·5	1·3923	
46·2	1·3925	
45	1·3923	
40·0	1·3909	34
37	1·3902	44
30·5	1·3881	72

0·0388 Mol CH_4N_2O

T.	n_D	Z
74°	1·3871	0
64·5	1·3895	
61	1·3903	
58	1·3904	
50	1·3916	
46·6	1·3920	Krist.
45	1·3920	
38	1·3900	
30·5	1·3877	93
20	1·3847	740

Einfluß von Beimengungen auf die Kristallisationsgeschwindigkeit.

Ein sehr energischer Einfluß von Beimengungen auf die K.-G. aus unterkühlten Schmelzen wurde an vielen Beispielen nach der Tammann'schen Methode untersucht. Pickardt stellte folgendes Gesetz auf: 1) Die Verminderung der K.-G. ist eine kolligative Eigenschaft, d. h. äquimolekulare Mengen der verschiedenen zugesetzten Fremdstoffe verzögern die K.-G. der reinen Verbindung um den gleichen Betrag. 2) die Verminderung ist gleich der Wurzel aus der Konzentration der Verunreinigung. Leenhardt fand dasselbe Gesetz für Kristallisation aus übersättigten Lösungen (wasserhaltige Salze).

Das Gesetz von Pickardt konnte von Dreyer und Padoa und Bruni nicht bestätigt werden.

Feststehend ist die Regel, daß ein deutlicher Einfluß auf die K.-G. nur dann zu beobachten ist, wenn die Beimengung sich wie ein fremder Körper verhält. Wäre es erlaubt, dieses Ergebnis auch auf unseren Fall anzuwenden, so würde dies auch noch dafür sprechen, daß das Gemisch von Salmiak und kadmiumchloridhaltiger Beimengung als Gemenge zu betrachten ist.

IV.

1. Betrachtungen über die Änderung der Kristalltracht unter dem Einfluß der Lösungsgenossen.

Eine äußerst geringe Menge von $CdCl_2$ in einer Chlorammoniumlösung bewirkt, daß die sich ausscheidenden Kristalle nicht in der Richtung der vierzähligen, sondern der dreizähligen Symmetrie-Achse verzerrt erscheinen. Da die relat. Größe der Kristallflächen durch die relat. Wachstumsgeschwindigkeit bedingt ist, so kann die Änderung der Kristallform hier entweder durch Steigerung der absoluten Wachstumsgeschwindigkeit in der Richtung der Oktaëdernormalen erreicht werden oder durch Hinderung des Wachstums in der Richtung der Normalen der Würfelflächen. Für die Erforschung der Ursache der Formbeeinflussung ist diese Frage von Bedeutung. Aus den besprochenen Experimenten folgt, daß hier der zweite Fall vorliegt.

Daß Kristallisationsgeschwindigkeit und Habitus einander bedingen, folgt aus zahlreichen Beobachtungen (vergl. Lecoq de Bois-

baudran, Eackle, Rosicky, Gaubert, und besonders H. Vater und Lehmann). Gaubert fand, daß die sehr charakteristische Formbeeinflussung des Steinsalzes oder des Salmiaks durch den Harnstoff gar nicht erfolgt, wenn die Ausscheidung schnell, etwa durch Beifügung von Alkohol erfolgt u. s. w. Dies stimmt mit dem Satze von H. Vater überein. Der Einfluß der Lösungsgenossen auf die Kristallisation ist umso größer, je langsamer diese vor sich geht.

Es scheint von Bedeutung zu sein, daß zur Formbeeinflussung schon eine kleine Menge des fremden Körpers genügt, wenn er von dem kristallisierenden Salz aufgenommen wird (Gaubert). In einer Reihe von Versuchen wurde von Gaubert [1]) gezeigt, daß, wenn der Farbstoff sich nur an gewissen Flächen absetzt, diese Flächen sich ausdehnen und zur herrschenden Form am Kristall werden, z. B. im Fall des salpetersauren Harnstoffs mit Methylenblau, von Gips, von Strontiumnitrat, der Phthalsäure, des Kupfersulfats. Die absorbierte Substanzmenge ist trotzdem äußerst klein, was zahlenmäßig gezeigt wird.

Genaue Angaben über die Menge des Lösungsgenossen, welche eine merkliche Formbeeinflussung schon bewirkt, finden wir in den klassischen Arbeiten von Vater [2]): Über die Kristallisation des $CaCO_3$; der Schwellenwert liegt hier bei einem Gehalt von 0·00025 Mol bis 0·0005 Mol der Kaliumsulfate, Kalium oder Natrium (in 1 Liter).

Für $Cd\,Cl_2$ im Fall des Salmiaks liegt dieser Wert unter 0·00138 Mol, wird also von derselben Größenordnung sein.

Es ist zu bemerken, daß Kalzit bis 4% Gipssubstanz aufnehmen kann [3]).

Andererseits sind Fälle bekannt, wo erst eine größere Menge des Lösungsgenossen die Form beeinflußt, wie z. B. im Falle der Einwirkung des Harnstoffes auf die Alkalichloride, der Alkali-Sulfate in der Reihe $R''SO_4 . R_2SO_4 . 6H_2O$ nach einer Untersuchung von Hilda Gerhart [4]) u. s. w. Vergl. die Untersuchung von Orloff [5]).

[1]) Gaubert Bull. d. la Soc. Min., 25. 1902; 23. 1900; 27. 1905, S. 180 und 286.
[2]) H. Vater. Eine Reihe von Untersuchungen in Z. f. K. z. B. 30, 1898. 31 etc.
[3]) Doss.
[4]) T. M. P. M. XXIV. 1906.
[5]) Ref. Z. f. K. 13. 516.

Die Wachstumsgeschwindigkeit eines in seiner gesättigten Lösung sich befindenden Kristalls wird nach der Nernst'schen Diffusionstheorie durch den Ausdruck:

$$\frac{dx}{dt} = C.O\,(x - S) \qquad (1)$$

charakterisiert, worin x die Sättigung der übersättigten Lösung in der Zeit t, S die Konzentration der gesättigten Lösung und O die Oberfläche bedeutet (Andrejew a. a. O. und Marc a. a. O.).

Die Abhängigkeit der Auflösungsgeschwindigkeit von der Oberfläche wurde von L. Bruner und St. Tołłoczko[1]) studiert, und zwar mit dem Ergebnis, daß es sich hier nur um quadratische Dimensionen, nicht etwa um kleine Unebenheiten handelt. Die Konstanz des Ausdruckes $C = \frac{1}{t} \ln \frac{S}{S - x}$ im Fall der Auflösung (S-untersättigte Lösung) wurde durch viele Arbeiten bewiesen (Whitney u. Noyes, L. Bruner u. St. Tołłoczko, E. Brunner).

Da die Wachstumsgeschwindigkeit von der Diffusionsgeschwindigkeit abhängig ist, so wäre noch zu erwägen, welche Wirkung die Lösungsgenossen auf die Diffusionsgeschwindigkeit in der adhärierenden Schicht ausüben können; um eine Beeinflussung der Form zu bewirken, muß diese bei Kristallen an verschiedenen Flächen verschieden sein.

Wird nun der fremde, als Lösungsgenosse fungierende Körper nur an gewissen Flächen adsorbiert[2]), so kann durch diese Anhäufung von fremden Molekeln, welche die betreffenden Flächen überdecken, die Diffusion gestört, die Wachstumsgeschwindigkeit geringer, die betreffende Fläche daher größer werden.

Im Fall des Salmiaks sind die Hexaëderflächen die wirkenden Flächen, das Wachstum in der Richtung der Hexaëder-Normalen hört demnach auf.

Ähnliches wäre in den Fällen zu vermuten, in welchen nach Gaubert die Veränderung der Form mit der selektiven Anlage-

[1]) Verh. d. Krak. Ak. d. W. **43**. A. u. **47** A. 135 u. Z. f. Ph. Ch.

[2]) Reg. Verwachsungen u. s. w. Vergl. Bodländer. Erniedrigt ein Stoff in Lösung die Oberflächenspannung, so wird er adsorbiert. Kleine Mengen eines gelösten Stoffes können die Oberflächenspannung stark erniedrigen, nicht aber vergrößern.

rung des Fremdstoffs (an gewissen Flächen) an den des wachsenden Kristalls stattfindet.

Dies könnte nur für diejenigen Fälle gültig sein, in denen der fremde Körper nachher im Kristall gefunden wird. Unter gewissen Verhältnissen könnte auch nur die Konzentration des kristallisierenden Körpers an manchen Flächen geändert sein.

Der Einfluß der Lösungsgenossen wird auch meistens mit der Oberflächenspannung in Verbindung gebracht[1]). Vergl. die grundlegende Arbeit von Curie (Bull. d. la Soc. Min. 1885).

Nernst[2]) bringt die Änderung des Kristallhabitus mit der verschiedenen Löslichkeit ungleichwertiger Kristallflächen in Verbindung. Vergl. Becke, Körbs.

2. Allgemeine Bemerkungen.

Bruner und Tołłoczko, welche zuerst die Nernstsche Theorie zur Erklärung kristallographischer Probleme herangezogen haben, ziehen den Schluß, daß, nachdem die Löslichkeit kristallographisch verschiedener Flächen dieselbe oder nur wenig verschieden ist, die Lösungsgeschwindigkeit ungleichwertiger Flächen die gleiche sein soll; und tatsächlich sind die beobachteten Unterschiede in den meisten Fällen sehr gering. Hier stoßen wir aber auf die Frage, ob die Löslichkeit verschiedenwertiger Kristallflächen überhaupt verschieden ist oder nicht? Während z. B. Nernst (a. a. O. S. 87) die Löslichkeit der ungleichwertigen Flächen als verschieden annimmt, hat man neulich gegen eine solche Annahme, auch als Hypothese, Bedenken erhoben.

Die Möglichkeit der verschiedenen Löslichkeit scheint jedoch nicht ausgeschlossen zu sein, und eine experimentelle Untersuchung ist also wünschenswert. Dazu wäre wohl die Miers'sche Methode der Bestimmung des Br.-Indices der im Gleichgewichte mit der betreffenden Fläche sich befindenden Flüssigkeitsschicht geeignet, wobei von kristallographisch verschiedenen Flächen begrenzte Prismen zu benützen wären. Die Sättigung der adhärierenden Flüssigkeitsschicht eines wachsenden Kristalls ist, wie Miers gezeigt hat, nur sehr wenig von der der gesättigten Lösung verschieden, was mit der Nernstschen Theorie in Zusammenhang zu bringen wäre.

[1]) Vergl. Ostwald: Allg. Ch. II. Dölter: Phys. Chem. Mineralogie, 1905.
[2]) Theor. Chemie 1907. S. 87.

Wären kleine Unterschiede in der Löslichkeit verschiedenwertiger Flächen vorhanden, so würde sich das Auftreten der Ätzfiguren bei sehr schwacher Einwirkung des Lösungsmittels erklären. Bei stärkerem Konzentrationsgefäll würden natürlich die Unterschiede unmerklich sein.

Dagegen könnte man beim Wachstum, wo es sich schließlich nur um Diffusionsgeschwindigkeit zwischen einer nur sehr wenig übersättigten und der im Gleichgewicht mit der betreffenden Fläche sich befindenden Lösung handelt, die Differenz der Sättigung der einzelnen Flächen gegen die Konzentrationsdifferenz der übersättigten und jeder der „gesättigten" Lösungen nicht als klein betrachten, und die beobachteten Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit würden auch erklärlich sein. Wäre die Lösungstension der wichtigsten Flächen (manchmal Spaltflächen) die größte [1]), so müßte die in Gleichgewicht sich befindende Flüssigkeitsschicht die größte Konzentration haben und solche Flächen würden langsamer wachsen; der Kristall würde sich mit solchen Flächen umgeben, wie dies das Gesetz von Haüy-Bravais verlangt.

Eine der Folgen wäre, daß der Kristall das Bestreben hätte, sich mit Flächen nur einer Form (der wichtigsten) zu begrenzen; Wauteville [2]) hat gezeigt, daß an schnell rotierenden Kristallen die Flächen in der Reihenfolge der zunehmenden Flächendichtigkeit verschwinden, z. B. am Alaun (110), (100) und es bleiben schließlich nur Oktaëderflächen.

Natürlich müßte man dann zur Charakterisierung der Sättigung einer Lösung außer der Modifikation und Größe der sich mit ihr im Gleichgewichte befindenden Kristalle auch die Symbole der auftretenden Flächen angeben [3]).

Wäre aber die Löslichkeit verschiedenartiger Flächen dieselbe, so müßte man die Begriffe „Kristallisationsgeschwindigkeit" und „Wachstumsgeschwindigkeit" in einer übersättigten Lösung voneinander trennen. Die Abhängigkeit der Wachstumsverhältnisse von der Symmetrie müßte sich durch eine begrenzte verschiedene An-

[1]) Vergl. z. B. Fedoroff: Die Löslichkeit ist proportional der Dichtigkeit einer Fläche.

[2]) Compt. Rend. 124, 1897.

[3]) Die Wärmemenge, die zur Auflösung derselben Menge gebraucht wird, müßte bei verschiedenen Flächen verschieden sein, also auch bei parallelen im Fall der Hemimorphie.

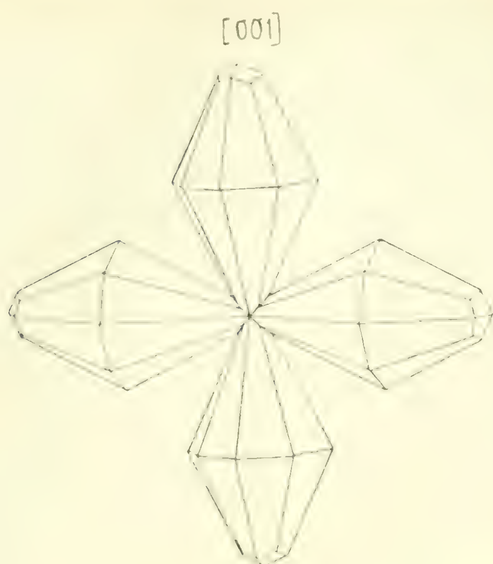


Fig. 1.

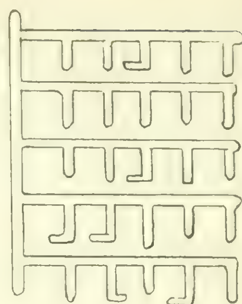


Fig. 2.

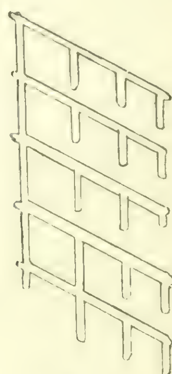


Fig. 4.

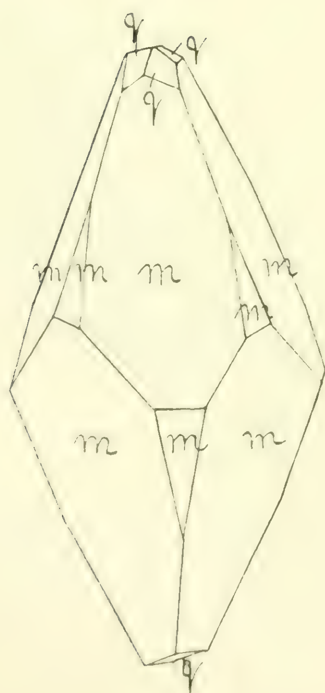


Fig. 3.



Fig. 5.

S. Kreutz.

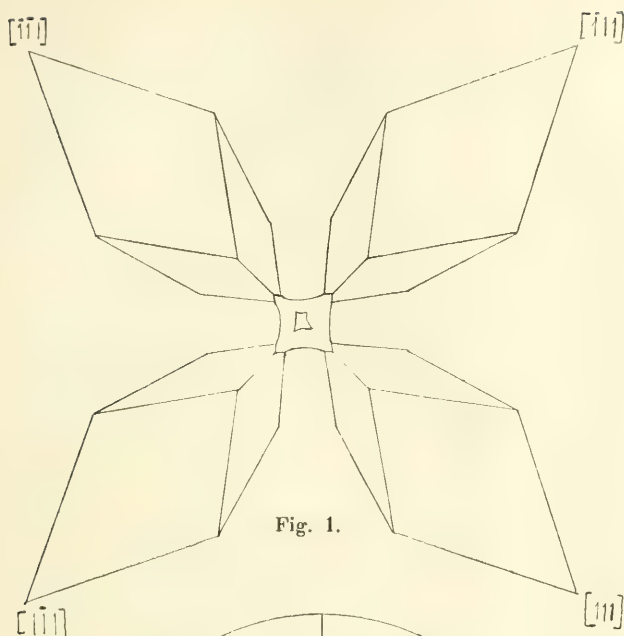


Fig. 1.

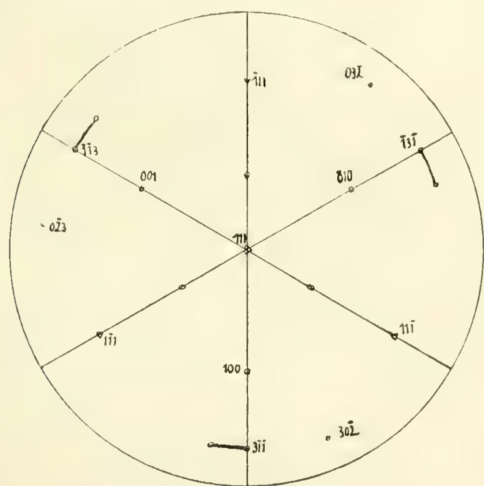


Fig. 3.

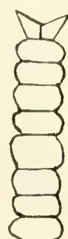


Fig. 4.

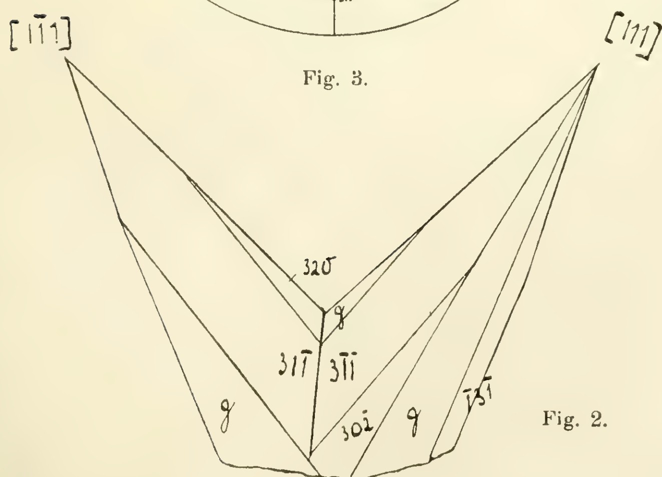


Fig. 2.

S. Kreutz.

gliederungsfähigkeit verschiedenartiger Flächen zeigen, etwa so, wie dies Küster sich vorstellt.

3. Ergebnisse der Untersuchung.

Wir wollen die Ergebnisse dieser Arbeit kurz zusammenfassen:

1) Durch Zufügung geringer Mengen von Kadmiumchlorid hört das Wachstum der Salmiakkristalle in der Richtung der Würfelnormalen auf. Der Habitus ändert sich mit der Menge des Lösungsgenossen kontinuierlich, aber innerhalb äußerst enger Grenzen. Einen merklichen Einfluß übt schon 0·00138 Mol $CdCl_2$ in 1 l aus.

2) Die Beimengung von Kadmiumchlorid wird am einfachsten durch Oberflächenwirkung der Würfelebenen erklärt.

3) Die Beimengung von $CdCl_2$ zu der Lösung bewirkt eine Verminderung der Kristallisations-Geschwindigkeit der sich ausscheidenden Kristalle. Mit der Menge von Kadmiumchlorid wird die Beeinflussung der Ausscheidungsgeschwindigkeit größer. Der Änderung der Kristalltracht entspricht demnach eine gründliche Änderung des Kristallisationsverlaufes.

4) Aus der Zusammenstellung aller dieser Eigenschaften folgt, daß die Beeinflussung des Habitus in der Weise vor sich geht, daß das Wachstum in der Richtung der Würfelnormalen gehindert wird. Dies läßt sich so deuten, daß die Diffusionsgeschwindigkeit der übersättigten Lösung zu den Würfelflächen durch die sie bedeckenden Fremdstoffpartikeln gehindert wird.

5) Die Ähnlichkeit der top. Parameter ist eine der Hauptbedingungen der Fähigkeit verschiedenartiger Körper zusammen zu kristallisieren.

6) Aus der Molekularrefraktion der Alkalichloride folgt, daß die Stellung des Ammoniumradikals in der Alkalimetallgruppe genau der Tuttonschen Regel entspricht.

Es sei mir noch gestattet, den Vorständen der mineralogischen Institute Prof. H. A. Miers in Oxford und Prof. J. Morozewicz in Krakau für Ihr freundliches Entgegenkommen und für die Ermöglichung dieser Arbeit meinen verbindlichen Dank hier auszusprechen.

Oxford 1908 — Krakau 1909.

---

26. *O solach anormalnych. Część II. — Über anormale Salze. II. Teil.* Mémoire de M. **A. KORCZYŃSKI,** présenté par M. L. Marchlewski m. t.

In der ersten Mitteilung[1]) haben wir die Zahl der bis dahin bekannten fünf anormalen Ammoniumsalze um weitere siebzehn vergrößert, welche entweder bei gewöhnlicher Temperatur oder bei 0° bis −17° entstehen; daselbst wurde der Beweis geführt, daß die Fähigkeit zur Bildung derartiger Salze unabhängig ist von der Stärke der Säure und daß sie durch Anwesenheit gewisser Atome, resp. Gruppen im Säuremolekül ausgelöst wird. Wie daselbst ausgeführt wurde, übt die Stellung der fraglichen aktivierenden Gruppen im aromatischen Kern, — also sterische Momente, — einen großen Einfluß auf diese Betätigung der Nebenvalenzen des Wasserstoffs aus. Es wurde z. B. bewiesen, daß bei Dinitrophenolen die diortho-Substituierung einen größeren Einfluß auf diese Fähigkeit hat als die dimeta- oder ortho-para-Substitution, und zwar daß ihr dieselbe Stärke zukommt wie der sym.-Trisubstitution. Da aber Trihalogenphenole sich wie Trinitrophenol verhalten, wurde mit gewissem Vorbehalt der Satz ausgesprochen, daß im allgemeinen die diortho-Substitution den größten Einfluß ausübt.

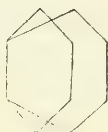
Im Lauf der weiteren Untersuchungen hat sich hier ein gewisser Unterschied zwischen den Halogenen und der Nitrogruppe herausgestellt, worüber unten berichtet wird. Es blieb auch festzustellen, ob die Tatsache, daß 2-Nitro-4-bromphenol eine größere Neigung zur anormalen Salzbildung als 2-Nitro-4.6-dibromphenol besitzt, nicht etwa einen Mangel an Gesetzmäßigkeit bedeutet.

Die an anderer Stelle von uns mitgeteilten Beobachtungen[2]), daß die Farbe der Alkalisalze des 2-Nitro-4-bromphenols viel dunkler ist als die des o-Nitrophenols, aber auch dunkler als die des 2-Nitro-4.6-dibromphenols, führten auf den Gedanken, daß die gleiche Abstufung in der Fähigkeit, anormale Salze zu liefern, keinem Zufall zuzuschreiben ist. Es wurde daher die vollständige Reihe der

[1]) Anzeiger d. Krak. Ak. d. Wiss. 1908, Juliheft; Chem. Zentralbl. 1908. II. 2009.
[2]) Berichte d. deut. chem. Ges. 42, 167 [1909].

isomeren Dinitrohalogen- sowie Nitrodihalogen-Phenole [1:2:4:6] untersucht und die Resultate unten zusammengestellt.

Die Analysen der Mononitrophenolsalze wurden durch die des m-Nitrophenolsalzes ergänzt, wobei es sich herausgestellt hat, daß man die Resultate der Addition von NH_3 an diese Phenole den Resultaten der Addition von HCl an Nitraniline direkt gegenüberstellen kann. Die negative Nitrogruppe begünstigt am meisten die Addition von Ammoniak an Nitrophenol in dieser Stellung, in welcher sie die Addition von Chlorwasserstoff an Nitranilin am meisten hindert [1]. Dinitrophenole wurden schon im I. Teil besprochen; an Stelle der Dihalogenphenole, deren Eigenschaft, kleine Mengen von Feuchtigkeit hartnäckig zu binden, bekannt ist [2], wurden Dihalogenkresole untersucht. Auch eine Reihe von nitrierten Naphtholen wurde in den Bereich der Untersuchungen gezogen. Es möge hier erwähnt werden, daß 1.6-Dinitronaphthol (2) glatt 2 Mol. Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur absorbiert, wogegen 2,4-Dinitronaphthol (1) unter gleichen Bedingungen nur 1 Molekül bindet. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung in der Kaufler'schen sterischen Naphthalinformel [3]:



wobei Stellung 1 und 6 einer Art von diortho-Substitution des Hydroxyls bewirken, welche, wie bereits ausgeführt, bei Dinitrophenolen den stärksten Einfluß auf die anormale Salzbildung besitzt.

Den bei substituierten Phenolen erhaltenen Resultaten werden manche auf substituierte Benzoësäuren sich beziehende Messungen angereiht. Es war bis jetzt unmöglich, auf letzterem Gebiete so viel Gesetzmäßigkeit wie bei Phenolen aufzufinden; dazu wäre es

[1]) Die beiden anderen Stellungen lassen auch einen direkten Vergleich zu. Die weitere Bearbeitung dieser Frage haben wir uns in einer vorläufigen Mitteilung (Ber. d. d. chem. Ges. **41**, 4379 [1908]) vorbehalten.

[2]) Vgl. Hand, Ann. d. Chem. **234**, 138.

[3]) Kaufler, Ann. d. Chem. **351**, 141 [1906], Ber. d. d. chem. Ges. **40**. 3250 [1907].

Kaufler u. Karrer, Ber. d. d. chem. Ges. **40**, 3262 [1907].

nötig, alle disubstituierten Säuren zu untersuchen. Da diese wenig bearbeitet sind und öfters von ihren Isomeren erst durch fraktionierte Kristallisation der Salze getrennt werden müssen, wurde einstweilen davon Abstand genommen, an die Untersuchung dieser Reihe heranzutreten. Jedenfalls stellte es sich heraus, daß auch auf dem Gebiete der substituierten Benzoësäuren gewisse Regelmäßigkeiten auftauchen, und zwar daß die Fähigkeit der anormalen Salzbildung nicht nur von der Anwesenheit negativer Gruppen und deren Stellung im Molekül, sondern auch von dem Atomgewicht dieser Substituenten abhängt. Diese Beobachtung wurde übrigens auch bei zwei Reihen von disubstituierten Phenolen, nämlich dem para-substituierten o-Nitrophenol und ortho-substituierten p-Nitrophenol gemacht.

Die bis jetzt auf dem Gebiete der anormalen Salzbildung erhaltenen Resultate machen die Ergebnisse einer Untersuchung von Lloyd und Sudborough[1]) vollkommen verständlich, wonach die diortho-Substitution einer Säure dieselbe an Salzbildung mit Basen von hohem Molekulargewicht nicht hindert. Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß für unsere Untersuchungen sich Ammoniak am besten eignet, weil z. B. Methylamin mit diesen Körpern, von denen wir glatt anormale Ammoniumsalze erhalten haben, uns nur normale Salze geliefert hatte[2]), obwohl die Darstellung derselben unter gleichen Bedingungen erfolgte.

Der Vollständigkeit halber führen wir gelegentlich im Text die in unserer ersten Mitteilung erhaltenen Resultate an, wenn es sich darum handelt, dadurch das Bild einer ganzen Reihe von Verbindungen zu ergänzen; Analysenresultate werden dabei aber nicht wiederholt. Der Kürze halber werden dafür bei Substanzen, aus welchen nur normale Salze erhalten wurden (so weit es einen direkten Vergleich mit analogen Körpern nicht stört), nur die Endresultate der Analyse mitgeteilt. Am Schluß der Abhandlung befindet sich eine Zusammenstellung aller bis jetzt von uns erhaltenen anormalen Ammoniumsalze, die auch Daten, betreffend Barometerstand und Temperatur, bei welchen die Salze dargestellt wurden, sowie Farbe der entstandenen Verbindungen, soweit sie auftritt, enthält. Nach den Untersuchungen von Hantzsch und seinen

[1]) Journ. Chem. Soc. 75, 580.

[2]) Berichte d. d. chem. Ges. 42, 168 [1909].

Mitarbeitern[1]) treten Salze von Nitrophenolen in drei Modifikationen, einer gelben, einer roten und einer orangefarbigen auf, wobei die roten und gelben höchst wahrscheinlich wirkliche Isomere sind, die orangefarbigen aber Mischsalze oder feste Lösungen dieser gelben und roten Isomere. Das Kristallwasser hat nur sekundär insofern einen Einfluß, als es unter den herrschenden Bedingungen labile, bezw. gar nicht existenzfähige Reihen (bald die gelbe, bald die rote) konserviert. Denselben Einfluß hat augenscheinlich das durch Nebenvalenz gebundene Ammoniakmolekül, weil beim Übergang des normalen Ammoniumsalzes in das anormale bei vielen Nitrophenolen Farbenveränderung eintritt, wie bereits an anderer Stelle von uns[2]) erwähnt wurde. Bei dieser Gelegenheit betonen wir also die Existenz gelber und orangefarbiger Formen von Salzen mancher Nitrophenole, bei welchen diese Erscheinung noch nicht studiert wurde.

Die Darstellung der anormalen Salze erfolgte nach der in der ersten Abhandlung beschriebenen Methode. Die an einer Stelle erwähnte Addition von Chlorwasserstoff an Amine erfolgte bei tiefer Temperatur unter ähnlichen Arbeitsbedingungen; das Absorptionskölbchen wurde in Äther-Kohlensäuregemisch getaucht und die Temperatur an einem Pentanthermometer abgelesen.

Wir beabsichtigen die anormale Salzbildung bei stereoisomeren Oximen und Dioximen zu studieren, sowie eine Tensionsbestimmung an den bis jetzt von uns erhaltenen Ammoniakaten vorzunehmen.

Mononitrophenole.

o-Nitrophenol bildet 1 Mol. NH_3, p-Nitrophenol $1^1/_2$ Mol. NH_3.

m-Nitrophenol.

0·1024 g absorbierten 15·7 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0119 g NH_3.

$C_6H_4(NO_2)OH . NH_3$ Berechnet 10·9% NH_3

Gefunden 10·4% „

Die Addition von Chlorwasserstoff an Nitraniline ergab bei —75° folgende Resultate:

0·1013 g o-Nitranilin absorbierte 46·4 cm³ (0°,760 mm) HCl = = 0·0753 g HCl.

[1]) Hantzsch und Gorke. Ber. d. d. chem. Ges. 39, 1073 [1906]. Hantzsch. Ber. d. d. chem. Ges. 40, 330, 1533 [1907].

[1]) [2]) Korczyński. Ber. d. d. chem. Ges. 42, 167, [1909].

(b = 757 mm) $C_6H_4(NO_2)NH_2 . 3HCl$ Berechnet 42·2% HCl
Gefunden 42·6% „

0·1005 g m-Nitranilin absorbierten 45·0 cm³ (0°, 760 mm) HCl = 0·0730 g HCl.

(b = 754 mm) $C_6H_4(NO_2)NH_2 . 3HCl$ Berechnet 42·2% HCl
Gefunden 42·0% „

0·0850 g p-Nitranilin absorbierten 27·7 cm³ (0°, 760 mm) HCl = = 0·0450 g HCl.

(b = 754 mm) $C_6H_4(NO_2)NH_2 . 2HCl$ Berechnet 34·6% HCl
Gefunden 34·6% „

In der para-Stellung, in welcher die Nitrogruppe die Bildung der anormalen Ammoniumsalze beim Nitrophenol (ähnlich wie bei der Nitrobenzoësäure) am meisten begünstigt, hindert sie am meisten die Addition von Chlorwasserstoff an Nitraniline. Aus folgender Zusammenstellung kann man es leicht ersehen:

	o-Nitrophenol	m-Nitrophenol	p-Nitrophenol
Anzahl der gebundenen NH_3-Moleküle	1	1	1½
	o-Nitranilin	**m-Nitranilin**	**p-Nitranilin**
Anzahl der bei —75° gebundenen HCl-Moleküle	3	3	2

Dihalogenkresole.

3,5-Dichlorkresol (4).

0·1070 g absorbierten 15·7 cm³ (0°, 760 mm) NH_3 = 0·0119 g NH_3.
$CH_3C_6H_2Cl_2OH . NH_3$ Berechnet 8·7% NH_3
Gefunden 10·0% „

Bei —15° absorbierte dieselbe Menge insgesamt 25·8 cm³ (0°, 760 mm) NH_3 = 0·0196 g NH_3.
$CH_3C_6H_2Cl_2OH . 2NH_3$ Berechnet 16·1% NH_3
Gefunden 16·2% „

3,5-Dichlorkresol (2).

0·1047 g absorbierten 24·9 cm³ (0°, 760 mm) NH_3 = 0·0189 g NH_3.
$CH_3C_6H_2Cl_2OH . 2NH_3$ Berechnet 16·1% NH_3
Gefunden 15·4% „

Schon nach einigen Stunden entspricht die absorbierte Menge Ammoniak ungefähr zwei Molekülen; die vollständige Absorption ging trotzdem sehr langsam von statten und dauerte zirka 36 Stunden.

3,5-Dibromkresol (4).

0·1002 g absorbierten 8·6 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0065 g NH_3.

$CH_3C_6H_2Br_2OH . NH_3$ Berechnet 5·6% NH_3
Gefunden 6·0% „

Bei —15° wurden insgesamt 16·5 cm³ (0°,760 mm) = 0·0125 g NH_3 absorbiert.

$CH_3C_6H_2Br_2OH . 2NH_3$ Berechnet 11·3% NH_3
Gefunden 11·0% „

Das entstandene anormale Salz gibt bei gewöhnlicher Temperatur ein Molekül Ammoniak sogar in dem Falle ab, wenn man während dieses Zerfalles die Quecksilberniveaus gar nicht ausgleicht.

3,5-Dibromkresol (2).

0·1044 g absorbierten 16·3 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0124 g NH_3.

$CH_3C_6H_2Br_2OH . 2NH_3$ Berechnet 11·3% NH_3
Gefunden 10·6% „

Trisubstituierte Phenole und Kresole.

0·1010 g Trijodphenol absorbierten 8·1 cm³ (0°,760 mm) = = 0·0062 g NH_3.

$C_6H_2I_3OH . 2NH_3$ Berechnet 6·7% NH_3
Gefunden 5·7% „

Es wurde wie beim Tribromphenol verfahren. Wegen des hohen Molekulargewichtes des Trijodphenols sind die Resultate weniger genau.

0·1048 g Trinitro-m-kresol absorbierten 29·3 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0223 g NH_3.

$CH_3C_6H(NO_2)_3OH . 3NH_3$ Berechnet 17·3% NH_3
Gefunden 17·5% „

Pentasubstituierte Phenole.

3,5-Dichlor-2,4,6-tribromphenol[1]).

0·1027 g absorbierten 10·7 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0081 g NH_3.

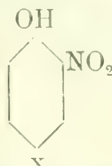
$C_6Cl_2Br_3OH . 2NH_3$ Berechnet 7·7% NH_3
Gefunden 7·3% „

Pentabromphenol[1]).

[1]) Blanksma, Rec. trav. chim. **27**, 25 [1908].

0·1022 g absorbierten 9·3 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0071 g NH_3.
$C_6Br_5OH . 2NH_3$ Berechnet 6·5% NH_3
Gefunden 6·4% „

Phenole von der Formel:



2-Nitro-4-chlorphenol.

0·1006 g absorbierten 13·9 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0105 g NH_3.
$C_6H_3Cl(NO_2)OH . NH_3$ Berechnet 8·9% NH_3
Gefunden 9·4% „

Bei —15° wurden insgesamt 26·8 cm³ (0°,760 mm) = 0·0199 g NH_3 absorbiert.
$C_6H_3Cl(NO_2)OH . 2NH_3$ Berechnet 16·3% NH_3
Gefunden 16·5% NH_3

2-Nitro-4-bromphenol absorbiert 2 Moleküle Ammoniak. Das entsprechende Jodderivat ist nicht bekannt.

Falls in der oben angeführten Strukturformel x = Cl. NO_2. Br, so liegt in der Fähigkeit der Salzbildung bei gewöhnlicher Temperatur folgende Abstufung vor:

x =	Cl	NO_2	Br
Anzahl der gebundenen NH_3-Moleküle	1	1½	2

Phenole von der Formel:



2-Chlor-4-nitrophenol.

0·1034 g absorbierten 27·1 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0206 g NH_3.
$C_6H_3Cl(NO_2)OH . 2NH_3$ Berechnet 16·3% NH_3
Gefunden 16·5% „

2-Brom-4-nitrophenol.

0·1008 g absorbierten 10·2 cm^3 (0°,760 mm) NH_3 = 0·0077 g NH_3.

$C_6H_3Br(NO_2)OH . NH_3$ Berechnet 7·2% NH_3
Gefunden 7·3% „

Unterhalb 0° wurden insgesamt 21·1 cm^3 (0°,760 mm) = = 0·0160 g NH_3 absorbiert.

$C_6H_3Br(NO_2)OH . 2NH_3$ Berechnet 13·4% NH_3
Gefunden 13·7% „

2-Jod-4-nitrophenol.

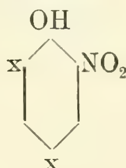
0·1025 g absorbierten 7·6 cm^3 (0°,760 mm) NH_3 = 0·0058 g NH_3.

$C_6H_3I(NO_2)OH . NH_3$ Berechnet 6·0% NH_3
Gefunden 5·4% „

x =	Cl	NO_2	Br	I
Zahl der gebundenen NH_3-Moleküle	2	$1^1/_2$	1	1

Es liegt hier eine vom Molekulargewicht abhängige Abstufung vor, die aber von der bei der anderen Reihe beschriebenen verschieden ist.

Trisubstituierte Phenole von der Formel:



Dichlornitrophenol.

0·1028 g absorbierten 13·3 cm^3 (0°,760 mm) NH_3 = 0·0101 g NH_3.

$C_6H_2Cl_2(NO_2)OH . NH_3$ Berechnet 7·5% NH_3
Gefunden 8·9% „

Diese Verbindung verhält sich genau wie das entsprechende Dibromphenol, d. h. sie liefert keine genauen Analysenresultate.

Bei —15° wurden absorbiert 22·7 cm^3 (0°,760 mm) NH_3 = = 0·0172 g NH_3.

$C_6H_2Cl_2(NO_2)OH . 2NH_3$ Berechnet 14·0% NH_3
Gefunden 14·3% „

Dijodnitrophenol.

0·1024 g absorbierten 6·1 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = 0·0046 g NH_3.

$C_6H_2I_2(NO_2)OH.NH_3$ Berechnet 4·1% NH_3
Gefunden 4·3% „

Bei —15° wurden absorbiert 12·0 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = = 0·0091 g NH_3.

$C_6H_2I_2(NO_2)OH.2NH_3$ Berechnet 8·0% NH_3
Gefunden 8·1% „

4-Chlor-6-brom-2-nitrophenol.

0·1022 g absorbierten 10·2 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = 0·0077 g NH_3.

$C_6H_2ClBr(NO_2)OH.NH_3$ Berechnet 6·3% NH_3
Gefunden 7·0% „

Bei —15° wurden absorbiert 17·7 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = = 0·0134 g NH_3.

$C_6H_2ClBr(NO_2)OH.2NH_3$ Berechnet 11·8% NH_3
Gefunden 11·5% „

4-Brom-6-chlor-2-nitrophenol.

0·1042 g absorbierten 12·4 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = 0·0094 g NH_3.

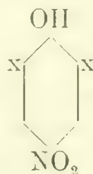
$C_6H_2ClBr(NO_2)OH.NH_3$ Berechnet 6·3% NH_3
Gefunden 8·2% „

Bei —15° wurden absorbiert 17·7 cm³ (0°.760 mm) = 0·0134 g NH_3

$C_6H_2ClBr(NO_2)OH.2NH_3$ Berechnet 11·8% NH_3
Gefunden 11·3% „

Trisubstituierte Phenole von der Formel:

Dichlornitrophenol.



0·1020 g absorbierten 21·9 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = 0·0167 g NH_3.

$C_6H_2Cl_2(NO_2)OH.2NH_3$ Berechnet 14·0% NH_3
Gefunden 14·07% „

Dibromnitrophenol.

0·1016 g absorbierten 15·7 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = 0·0119 g NH_3.

$C_6H_2Br_2(NO_2)OH.2NH_3$ Berechnet 10·2% NH_3.
Gefunden 10·4% „

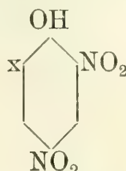
Dijodnitrophenol.

0·1012 g absorbierten 11·5 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0087 g NH_3.

$C_6H_2I_2(NO_2)OH . 2NH_3$ Berechnet 8·0% NH_3

Gefunden 7·9% „

Trisubstituierte Phenole von der Formel:



Dinitrochlorphenol.

0·1049 g absorbierten 21·5 cm³ (0°,760 mm) = 0·0161 g NH_3.

$C_6H_2Cl(NO_2)_2OH . 2NH_3$ Berechnet 13·5% NH_3

Gefunden 13·3% „

Dinitrobromphenol.

0·1000 g absorbierten 16·8 cm³ (0°,760 mm) = 0·0128 g NH_3.

$C_6H_2Br(NO_2)_2OH . 2NH_3$ Berechnet 11·4% NH_3

Gefunden 11·3% „

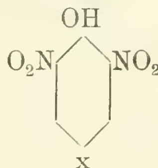
Dinitrojodphenol.

0·1028 g absorbierten 15·1 cm³ (0°,760 mm) = 0·0115 g NH_3.

$C_6H_2I(NO_2)_2OH . 2NH_3$ Berechnet 9·8% NH_3

Gefunden 10·0% „

Trisubstituierte Phenole von der Formel:



Chlordinitrophenol.

0·1052 g absorbierten 21·3 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0160 g NH_3.

$C_6H_2Cl(NO_2)_2OH . 2NH_3$ Berechnet 13·4% NH_3

Gefunden 13·4% „

Bromdinitrophenol absorbiert ebenfalls 2 Moleküle Ammoniak.

Joddinitrophenol.

0·1025 g absorbierten 8·0 cm³ (0°,760 mm) = 0·0060 g NH_3.

$C_6H_2I(NO_2)_2OH . NH_3$ Berechnet 5·2% NH_3

Gefunden 5·5% „

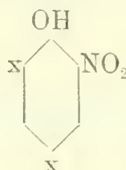
Dieselbe Menge absorbierte bei -15^0 15·3 cm³ (0°.760 mm) = $= 0·0116$ g NH_3.

$C_6H_2I(NO_2)_2OH . 2NH_3$ Berechnet 9·8% NH_3
Gefunden 10·0% „

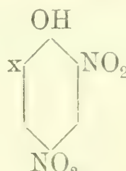
Vergleicht man die bei trisubstituierten Phenolen erhaltenen Resultate, so ersieht man, daß Phenole vom Typus



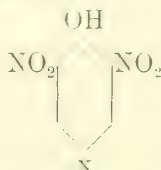
eine größere Fähigkeit zur Bildung von anormalen Salzen als die der Formel:



besitzen, die Phenole von der Formel:



aber eine größere als die isomeren



Die Verringerung der erwähnten Fähigkeit tritt bei dem letzt erwähnten Dinitrohalogenphenol jedoch erst dann auf, wenn den Substituenten x das Halogen vom größten Atomgewicht bildet.

Substituierte Thymole.

6-Nitrothymol.

0·1028 g absorbierten 12·1 cm³ (0°.760 mm) $NH_3 = 0·0092$ g NH_3.

$C_{10}H_{12}(NO_2)OH . NH_3$ Berechnet 8·0% NH_3
Gefunden 8·1% „

6-Brom-2-nitrothymol. Wegen seiner leichten Schmelzbarkeit wurde es nur im Kältegemisch untersucht.

$C_{10}H_{11}Br(NO_2)OH \cdot 2NH_3$ Ber. 11·0% NH_3. Gef 11·8%

2,6-Dinitrothymol absorbiert 2 weitere Mol. NH_3 erst bei —15°.

$C_{10}H_{11}(NO_2)_2OH \cdot 3NH_3$ Ber. 17·5% NH_3. Gef. 18·1%

Nitronaphthole.

1-Nitro-2-naphthol bindet 1 Molekül Ammoniak.

2-Nitro-1-naphthol.

0·1028 g absorbierten 12·7 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0096 g NH_3.
„ bei —15° 23·4 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0178 g NH_3.

$C_{10}H_6(NO_2)OH \cdot NH_3$ Ber. 8·2% NH_3. Gef. 8·4%
$C_{10}H_6(NO_2)OH \cdot 2NH_3$ Ber. 15·2% NH_3. Gef. 14·7%

2,4-Dinitronaphthol (1).

0·0998 g absorbierten 9·6 cm³ (0°,760 mm) = 0·0071 g NH_3.
„ bei —15° 24·4 cm³ 0°,760 mm) = 0·0185 g NH_3.

$C_{10}H_5(NO_2)_2OH \cdot NH_3$ Ber. 6·7% NH_3. Gef. 6·5%
$C_{10}H_5(NO_2)_2OH \cdot 2^1/_2NH_3$ Ber. 15·3% NH_3. Gef. 15·7%

1,6-Dinitronaphthol (2).

0·1012 g absorbierten 19·1 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0145 g NH_3.

$C_{10}H_5(NO_2)_2OH \cdot 2NH_3$ Berechnet 13·0% NH_3
Gefunden 12·5% „

2,4,5-Trinitronaphthol (1).

0·1057 g absorbierten 17·5 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0133 g NH_3.

$C_{10}H_4(NO_2)_3OH \cdot 2NH_3$ Berechnet 10·86% NH_3
Gefunden 11·11% „

Bei —15° wurden insgesamt absorbiert: 33·4 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0254 g NH_3.

$C_{10}H_4(NO_2)_3OH \cdot 4NH_3$ Berechnet 19·6% NH_3
Gefunden 19·3% „

Verschiedene Phenole.

Trinitroresorcin.

0·1025 g absorbierten 38·8 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0294 g NH_3.
„ bei —15° 46·0 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0349 g NH_3.

$C_6H(NO_2)_3(OH)_2 \cdot 4NH_3$ Ber. 21·7% NH_3. Gef. 22·3%
$C_6H(NO_2)_3(OH)_2 \cdot 5NH_3$ Ber. 25·9% NH_3. Gef. 25·7%

p-Oxyazobenzol absorbiert 1 Molekül Ammoniak.

Ber. 7·4% NH_3. Gef. 7·5% NH_3

Die Azogruppe absorbiert Chlorwasserstoff, hat also als positive Gruppe keinen solchen Einfluß auf die anormale Salzbildung wie die Halogene oder Nitrogruppe.

Orthosubstituierte Benzoësäuren.

o-Fluorbenzoësäure.

0·1031 g absorbierten 16·8 cm³ (0°,760 mm) NH_3=0·0128 g NH_3.

" bei —15° 47·1 cm³ (0°,760 mm) NH_3=0·0358 g NH_3.

$C_6H_4FCOOH . NH_3$ Ber. 10·8% NH_3. Gef. 11·0%

$C_6H_4FCOOH . 3NH_3$ Ber. 26·7% NH_3. Gef. 25·7%

o-Chlorbenzoësäure bindet bei gewöhnlicher Temperatur 1 Molekül, bei —15° zwei Moleküle NH_3.

o-Brombenzoësäure.

0·1024 g absorbierten 11·5 cm³ (0°,760 mm) NH_3=0·0086 g NH_3.

" bei —15° 22·3 cm³ (0°,760 mm) NH_3=0·0169 g NH_3.

$C_6H_4BrCOOH . NH_3$ Ber. 7·7% NH_3. Gef. 7·7%

$C_6H_4BrCOOH . 2NH_3$ Ber. 14·4% NH_3. Gef. 14·1%

o-Jodbenzoësäure.

0·1002 absorbierten 17·3 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0131 g NH_3.

$C_6H_4ICOOH . 2NH_3$ Berechnet 12·0% NH_3

Gefunden 11·5% "

Die Abstufung in der Fähigkeit der Bildung von anormalen Ammoniumsalzen, welche von dem Atomgewicht des Substituenten abhängt, ersieht man in dieser Reihe von Säuren an folgender Zusammenstellung:

Orthosubstituent der Benzoësäure	F	Cl	Br	I
Anzahl der oberhalb 0° absorb. NH_3-Moleküle	1	1	1	2
Anzahl der ausschließlich unterhalb 0° absorb. NH_3-Moleküle	2	1	1	0

Meta- und para-substituierte Benzoësäuren.

m-Fluorbenzoësäure absorbiert 1 Mol. NH_3. Gefunden 10·7% NH_3.

p-Fluorbenzoësäure " " " Gefunden 10·6% "

Berechnet 10·8% "

m-Chlorbenzoësäure absorbiert 1 Mol. NH_3.

Berechnet 9·8%. Gefunden 9·7%

p-Chlorbenzoësäure absorb., wie bereits mitgeteilt, ebenfalls 1 Mol. NH_3.
m-Brombenzoësäure absorbiert ebenfalls 1 Mol NH_3.

Berechnet 7·7% NH_3. Gefunden 7·5% NH_3

p-Brombenzoësäure bildet, wie bereits mitgeteilt, 1 Mol. NH_3.
m- und p-Jodbenzoësäure absorbieren auch nur 1 Mol. NH_3.

Berechnet 6·4% NH_3. Gefunden 6·6%, 6·3%

Di- und Tribrom-Benzoësäuren.

3,5-Dibrombenzoësäure.

0·1015 g absorbierten 16·8 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0128 g NH_3.

$C_6H_3Br_2COOH . 2NH_3$ Berechnet 10·8% NH_3
Gefunden 11·1% „

3,4,5-Tribrombenzoësäure.

0·1028 g absorbierten 12·8 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0097 g NH_3.

$C_6H_2Br_3COOH . 2NH_3$ Berechnet 8·6% NH_3
Gefunden 8·6% „

2,4,6-Tribrombenzoësäure.

0·1002 g absorbierten 11·9 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0090 g NH_3.

$C_6H_2Br_3COOH . 2NH_3$ Berechnet 8·6% NH_3
Gefunden 8·2% „

Nitrozimtsäuren.

o-Nitrozimtsäure.

0·1040 g absorbierten 18·1 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0137 g NH_3.

$C_6H_4(NO_2)CH : CH . COOH . 1\frac{1}{2}NH_3$ Berechnet 11·6% NH_3
Gefunden 11·6% „

Bei —15° wurden insgesamt 28·2 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = = 0·0214 g NH_3 absorbiert.

$C_6H_4(NO_2)CH : CH . COOH . 2\frac{1}{2}NH_3$ Berechnet 18·0% NH_3
Gefunden 17·0% „

m-Nitrozimtsäure.

0·1028 g absorbierten 13·8 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0107 g NH_3.

$C_6H_4(NO_2)CH : CH . COOH . NH_3$ Berechnet 8·1% NH_3
Gefunden 9·2% „

Bei —15° absorbierte die Säure insgesamt 16·9 cm³ (0°,760 mm) NH_3 = 0·0128 g NH_3.

$C_6H_4(NO_2)CH:CH.COOH.1^1/_2NH_3$ Berechnet 11·6% NH_3
Gefunden 11·0% „

p-Nitrozimtsäure absorbiert nur 1 Mol. NH_3.
Berechnet 8·1% NH_3. Gefunden 8·0%

Die Nitrogruppe hat im Nitrozimtsäure-Molekül den größten Einfluß in der ortho-Stellung, den kleinsten in der para-Stellung, umgekehrt wie im Nitrobenzoësäure-Molekül.

Maleïnsäure.

Da bei gewöhnlicher Temperatur die Masse zusammenbäckt und infolgedessen die Absorption langsam von statten geht, wurde direkt bei —15° absorbiert.

0·1019 absorb. bei —15° 37·8 cm³ (0°.760 mm) NH_3=0·0286 g NH_3.
$C_2H_2(COOH)_2.2NH_3$ Berechnet 22·0% NH_3
Gefunden 21·9% „

Bei gewöhnlicher Temperatur, unter gleichem Barometerdruck (748 mm), behielt die Säure 30·1 cm³ (0°.760 mm) = 0·0228 g NH_3.
$C_2H_2(COOH)_2.1^1/_2NH_3$ Berechnet 18·0% NH_3
Gefunden 18·2% „

Fumarsäure.

0·1026 g absorbierten 39·4 cm³ (0°.760 mm) NH_3 = 0·0299 g NH_3.
$C_2H_2(COOH)_2.2NH_3$ Berechnet 22·0% NH_3
(t = 12°—15°, b = 746 mm) Gefunden 22·5% „

Bis jetzt kannte man nur das Ammoniumsalz der Fumarsäure von der Formel $C_4H_4O_4.NH_3$. Ein Ammoniumsalz der Maleïnsäure war nicht bekannt.

Chinon bildet bei —15° ein grünlich-schwarzes Additionsprodukt; Molekularverhältnisse konnten nicht konstatiert werden. Zweifellos bilden sich hier Körper, welche mit den von Zincke und Hebebrandt erhaltenen[1]) verwandt sind.

In dem ersten Teil unserer Mitteilung haben wir das Verhalten mancher Trinitrokohlenwasserstoffe gegenüber flüssigem und gasförmigem Amoniak beschrieben; wir lassen nun einige ergänzende Beobachtungen folgen.

Trinitro-m-xylol löst sich in flüssigem Ammoniak mit violettblauer Farbe auf, bildet aber mit gasförmigem keine ähnlichen Ver-

[1]) Ber. d. d. chem. Ges. 16, 1556 [1883].

bindungen wie Trinitrobenzol oder Trinitrotoluol. 3,5-Dinitroanisol löst sich in flüssigem NH_3 mit violetter. m-Dinitrobenzol mit der Farbe einer Chameläonlösung auf. Pikrinsaures Kalium wird unter der Einwirkung von flüssigem Ammoniak rot; nach Verdunstung des Ammoniaks bleiben neben Kaliumpikrat kleine Mengen eines roten Körpers zurück, welcher Ammoniak enthält.

Die in vorliegender Mitteilung angeführten Tatsachen berechtigen zu folgenden Schlüssen:

1) Die Nitrogruppe übt beim Nitrophenol oder Nitrobenzoësäure einen größeren Einfluß auf die anormale Salzbildung in der para-Stellung als in der ortho- oder meta-Stellung aus.

2) Obwohl zwei Nitrogruppen dann den größten Einfluß besitzen, wenn sie sich in diortho-Stellung zum Phenol-Hydroxyl befinden. kommt Halogenen ein größerer Einfluß in der ortho-para als in der diortho-Stellung zu (was bei Kresolen bewiesen wurde).

3) Wird im 2,4,6-Trihalogenphenol ein Halogenatom durch eine Nitrogruppe ersetzt, so vermindert sich die Fähigkeit der anormalen Salzbildung in dem Falle nicht, wenn die Nitrogruppe die para-Stellung zum Hydroxyl einnimmt; sie vermindert sich, wenn die Nitrogruppe die ortho-Stellung einnimmt.

Wenn im 2,4,6-Trinitrophenol eine Nitrogruppe durch Halogen vertreten wird, so wird die Fähigkeit zur Bildung von anormalen Salzen nicht verändert, falls das Halogenatom die ortho-Stellung zum Hydroxyl einnimmt; tritt es in die para-Stellung, so kommt es zu einer Verminderung dieser Fähigkeit nur dann, falls diesen Substituenten das Halogen mit größtem Atomgewicht, also das Jod, bildet.

Allgemeiner: Falls Phenol durch zweierlei negative Gruppen (Halogene, Nitrogruppe) in der Stellung 2 : 4 : 6 trisubstituiert ist, so kann es zu einer Verminderung der Fähigkeit zur Bildung von anormalen Salzen nur dann kommen. wenn beide gleichartigen Substituenten diese Stellung einnehmen, welcher bei Disubstitution der größte Einfluß zukommt.

4) Die Anwesenheit von Fluor oder Jod im Molekül einer zyklischen Säure oder eines Phenols vermag die Betätigung der Nebenvalenzen des Säurewasserstoffs auszulösen. (Gleiches haben wir in bezug auf Cl, Br, NO_2 bereits bewiesen).

5) Die Nitrogruppe hat im Nitrozimtsäuremolekül den größten Einfluß auf die anormale Salzbildung in der ortho-Stellung, den kleinsten in der para-Stellung, umgekehrt wie bei Nitrobenzoësäure.

6) Die durch Halogen monosubstituierte Benzoësäure vermag nur dann anormale Salze zu bilden, wenn das Halogen sich in ortho-Stellung befindet.

7) Die Fähigkeit zur Bildung von anormalen Salzen ist eine Funktion der Anwesenheit von negativen Gruppen im Molekül der Säure, der Konfiguration und des Atomgewichts dieser Gruppen.

Eine strenge Scheidung in negative und positive Gruppen läßt sich nach den Untersuchungen von Vorländer[1]) auf Grund der Dissoziationskonstanten nicht durchführen; sogenannte positive Gruppen wie z. B. NH_2 vermögen nämlich sowohl das Leitvermögen der Basen zu vermindern, wie das der Säuren zu erhöhen, genau wie negative Radikale. Höchst wahrscheinlich ließe sich aber eine solche Scheidung — sei es nur auf dem Gebiet der Molekularverbindungen organischer Körper — je nach dem Additionsvermögen für Ammoniak oder Säuren seitens dieser Gruppen oder je nach dem auf diese Additionen von ihnen ausgeübten Einfluß durchführen.

Name der Verbindung	Anzahl der gebundenen NH_3-Moleküle [2])	Barometerstand und Temperatur [3])	Farbe der Salze
p,-Nitrophenol	1½	745 mm, 16°—21°	gelb
2,4-Dinitrophenol	1½	757 mm, 24°	„
3,5- „	1½	755 mm, 23°—28°	„
2,6- „	2	752 mm, 27°	„
3,5-Dinitrokresol (4)	2	740—742 mm, 16°—22°	1 NH_3 orange 2 NH_3 gelb
3-Nitrokresol (4)	1 [2]	739 mm, 14°—17°	orange [gelb]
3,5-Dichlorkresol (4)	1 [2]	733 mm, 14°—18°	
3,5- „ (2)	2	738—749 mm, 13°—18°	
3,5-Dibromkresol (4)	1 [2]	755 mm, 20°	
3,5- „ (2)	2	760 mm, 18°	

1) Ann. d. Chem. **320**, 99. Vgl. Henrich „Über d. negative Natur ungesättigter Radikale" Habilitationsschrift. Erlangen 1900. — Ber. d. d. chem. Ges. **35**, 1773, 2326 [1902]. Vorländer Ber. d. d. chem. Ges. **35**, 2309, 4142 [1902].

2) Die in Klammern angeführten Zahlen beziehen sich auf Temperaturen unterhalb 0°; dasselbe gilt bei der Farbenbezeichnung.

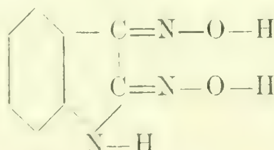
3) Temperatur, bei welcher der Versuch ausgeführt wurde; bei Versuchen im Kältegemisch Temp. des Gasbehälters.

Name der Verbindung	Anzahl der gebundenen NH_3-Moleküle	Barometerstand und Temperatur	Farbe der Salze
4-Nitro-2-chlorphenol	2	739 mm, 8°—15°	gelb
4- „ -2-bromphenol	1 [2]		„
4- „ -2-jodphenol	1	740 mm, 11°—14°	„
2- „ -4-chlorphenol	1 [2]	754 mm, 16°—19°	rot [gelb]
2- „ -4-bromphenol	2	739 mm, 17°—18°	1 NH_3 orange 2 NH_3 gelb
2,4-Dinitro-6-chlorphenol . .	2	734 mm, 8°	gelb
2,4- „ -6-bromphenol . .	2	763 mm, 17°	„
2,4- „ -6-jodphenol . . .	2	756 mm, 17°—20°	„
2,6- „ -4-chlorphenol . .	2	746 mm, 13°	orange
2,6- „ -4-bromphenol . .	2	754 mm, 13°	1 NH_3 orange 2 NH_3 gelb
2,6- „ -4-jodphenol . . .	2	752 mm, 11°	rot [gelb]
2,4-Dichlor-6-nitrophenol . .	1 [2]	745 mm, 11°—14°	orange [gelb]
2,4-Dibrom-6- „ . .	1 [2]	757 mm, 16°—17°	„ „
2,4-Dijod -6- „ . .	1 [2]	763 mm, 18°	„ „
2,6-Dichlor-4- „ . .	2	769 mm, 16°	gelb
2,6-Dibrom-4- „ . .	2	767 mm, 17°	„
2,6-Dijod -4- „ . .	2	755 mm, 18°	„
4-Chlor-6-brom-2-nitrophenol .	1 [2]	740 mm, 16°—18°	orange [gelb]
4-Brom-6-chlor-2-nitrophenol .	1 [2]	760 mm, 17°—18°	„ „
Dinitrothymol	1 [3]	746 mm, 12°	„ „
Bromnitrothymol	? [2]	756 mm, 18°	[gelb]
2-Nitro-1-naphthol	1 [2]	748 mm, 9°	rot [rot]
2,4-Dinitronaphthol (1) . . .	1 [$2^1/_2$]	750 mm, 14°; 762 mm, 15°	orange [gelb]
1,6- „ (2) . . .	2	755 mm, 17°	gelb
Trinitronaphthol	2 [4]	747 mm, 14°—17°	gelb [gelb]
Trinitro-m-kresol	3	740—745 mm, 10°—12°	gelb
Trichlorphenol	2	753 mm, 15°—18°	
Tribromphenol	2	750 mm, 11°—16°	
Trijodphenol	2	760 mm, 13°	
Trinitrophenol	2	741—744 mm, 18°—20°	gelb
3-Brom-5-nitrokresol	2	764 mm, 18°	1 NH_3 orange 2 NH^3 gelb
3,5-Dichlor-2,4,6-tribromphenol	2	740 mm, 13°	
Pentabromphenol	2	747 mm, 13°	
Trinitroresorcin	4 (5)	739 mm, 12°	gelb [gelb]
o-Fluorbenzoësäure	1 [3]	740 mm, 12°	
o-Chlor „	1 [2]	751 mm, 14° 16°	
o-Brom „	1 [2]	760 mm, 18°	
o-Jod „	2	740 mm, 18°	
[o-Nitrobenzoësäure]	1	757 mm, 22°	
m-Nitrobenzoësäure	1 [2]	757 mm, 24°	
p- „	2	755 mm, 18°—21°	
o-Nitrozimtsäure	$1^1/_2$ [$2^1/_2$]	730 mm, 14°	
m- „	1 [$1^1/_2$]	730 mm, 14°	
[p-Nitrozimtsäure]	1	731 mm, 13°	
3,5-Dibrombenzoësäure . . .	2	752 mm, 14°—15°	
3,4,5-Tribrombenzoësäure . .	2	767 mm, 18°	
2,4,6- „ . .	2	736—753 mm, 15°—20°	
2,4-Dinitrobenzoësäure . . .	2	754—756 mm, 22°	

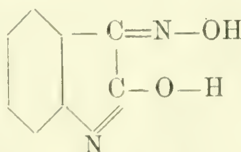
27. *O działaniu wodorotlenku potasowego na dwuoksym acetyloizatyny. — Über die Wirkung des Kaliumhydroxyds auf das Acetyl-ps-Isatin-Dioxim.* Note de M. **JEAN KOZAK,** présentée par M. L. Marchlewski m. t.

In der Abhandlung der Herren L. Marchlewski und E. Schunck unter dem Titel: „Zur Kenntnis des Isatins“, die in den „Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft“ vom Jahre 1896 S. 203 u. ff. veröffentlicht wurde, befindet sich im Abschnitte über Acetyl-ps-Isatindioxim folgender Satz: „Aus der alkalischen Lösung kann Acetyl-ps-Isatindioxim im ersten Momente unverändert ausgefällt werden, nach längerer Einwirkung jedoch bleibt die Lösung nach dem Ansäuern klar, und Äther extrahiert eine kristallisierbare Substanz, die jedoch nicht weiter untersucht wurde“.

Auf freundl. Rat des Herrn Prof. Marchlewski habe ich diesen Abschnitt zum Ausgangspunkt meiner Arbeit gewählt. Denn von den zahlreichen Derivaten, die das Isatin mit verschiedenen Verbindungen erzeugt oder erzeugen kann, wäre es doch interessant, das Isatindioxim selbst in der Formel:



wegen seiner gewissen Verwandtschaft mit Indofenazin zu erhalten und zu untersuchen. Da man jedoch durch direkte Wirkung des Hydroxylamins auf Isatin nicht das Isatindioxim, sondern nur das Isatinmonoxim in der Formel:



erhalten kann und der obenangeführte Abschnitt einen gewissen Weg zur Darstellung des Isatindioxims anzeigt, so war ich bemüht zu prüfen, ob man nicht auf diesem Wege diese interessante Verbindung erhalten könnte.

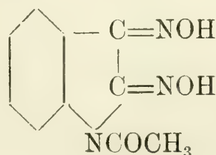
Acetyl-ps-Isatin.

Diese Verbindung erhielt ich durch Kondensation chemisch reinen Isatins mit Essigsäureanhydrid derart, daß ich 10 g Isatin mit 20 g Essigsäureanhydrid in einem kleinen Kolben mit Rückflußkühler anwärmte. Nach zweistündiger Wirkung und nachfolgender Abkühlung schlugen sich von der Lösung braune Kriställchen nieder, die ich von der Lösung abfiltrierte und mit Benzol so lange abspülte, bis die Lösung farblos abträufelte. Ich erhielt auf diese Weise gelbe prismatische Nadeln in einem Quantum von 9·26 g. Nach einigen ähnlichen Proben erhielt ich von 39 g Isatin 34·3 g Acetyl-Isatin, d. i. 69% theoretischer Ergiebigkeit.

Die Formel dieses Körpers ist: $C_{10}H_7O_3N$, dagegen liegt der Schmelzpunkt bei 141° C. Die Durchführung der elementaren Analyse des Acetyl-Isatins hielt ich für überflüssig, da dasselbe schon ein seit jeher bekannter und genau untersuchter Körper ist.

Acetyl-ps-Isatindioxim.

Diesen Körper habe ich durch Kondensation des Acetyl-Isatins mit zwei Molekülen von Hydroxylamin dargestellt. Zu der kalten gesättigten Lösung von 5 g Acetyl-Isatin in Alkohol fügte ich 4·07 g Hydroxylamin-Chlorhydrat hinzu, welches ich mit 3·08 g Natriumkarbonat neutralisierte, und ließ diese Lösung stehen. Nach einigen Tagen schlug sich darin eine weiße undeutliche Kristallsubstanz nieder, die ich durchfiltrierte, mit Wasser abspülte und aus Eisessig umkristallisierte. Auf diese Weise erhielt ich weiße, sehr kleine Nadeln in Quantum von 2·645 g. Ich habe mehrere solche Proben durchgeführt und als Resultat erhielt ich von 30 g Acetyl-Isatin 11 g Acetyl-ps-Isatindioxim, d. i. 31·7 % theoretischer Ergiebigkeit. Diese Verbindung schmilzt bei 239° C. bei gleichzeitigem Zerfall. Zur Formel:



fiel folgender Prozentgehalt aus:

$$C = 54{\cdot}79\,\%,\quad H = 4{\cdot}10\,\%,\quad N = 19\,\%.$$

Die elementare Analyse ergab jedoch das Resultat:

$$C = 54{\cdot}45\ \%,\quad H = 4{\cdot}23\ \%,\quad N = 18{\cdot}82\ \%.$$

Dieses Resultat stimmt auch mit der Analyse des Herrn Prof. Marchlewski:

$$C = 54{\cdot}53\ \%,\quad H = 4{\cdot}16\ \%,\quad N = 18{\cdot}9\ \%$$
$$19{\cdot}4\ \%$$

überein.

Abscheidung der Acetylgruppe von dem Acetyl-ps-Isatindioxim.

Diese Abscheidung führte ich auf die Weise durch, daß ich Acetyl-ps-Isatindioxim im Ueberschuß von 15% Kaliumhydroxydlösung löste und sie während 2–3 Wochen in gewöhnlicher Temperatur stehen ließ.

Die anfangs blutrote Lösung nahm nach einigen Stunden hellgelbe Färbung an, die nach mehrtägiger Wirkung ein wenig nachdunkelte. Die durchsichtige Flüssigkeit machte ich alsdann mit Salzsäure unempfindlich, indem ich dieselbe bei gleichzeitigem Schütteln der Flüssigkeit tropfenweise hinzugab. Die Lösung schäumte und erzeugte einen Geruch von Essigsäure, nach vollständiger Abstumpfung sonderte sie einen hellgelben Rückstand ab, jedoch nur dann, wenn sie genügend verdickt war. Diesen Rückstand filtrierte ich, spülte ihn mit kaltem destilliertem Wasser ab, da er sich darin ziemlich schwer löst, und kristallisierte ihn mehrmals aus heißem Wasser um. Dadurch erhielt ich gelbe Säulchen im quadratischen System. Aus verdünnten Lösungen sondert sich durch Abstumpfung der gelbe Rückstand nicht ab, die Lösung bleibt durchsichtig, und erst mittels Äther kann man von ihr die obige Verbindung absondern, da die gelbe Ätherlösung nach Abdampfung einen gelben Rückstand zurückläßt, der, falls er aus heißem Wasser kristallisiert wird, ebensolche gelbe Säulchen gibt, wie früher. Bedeutend schneller und leichter kann man die Abscheidung der Acetylgruppe derart durchführen, daß man die Acetyl-ps-Isatindioxim-Lösung während einer halben Stunde in einem kleinen Kolben am Rückflußkühler anwärmt und nach Abkühlung mit Salzsäure unempfindlich macht. Von 1 g Acetyl-ps-Isatindioxim erhielt ich 0·34 g gelben Kristallkörper, d. i. 46% theoretischer Ergiebigkeit. Als Resultat erhielt ich jedoch von 10 g Dioxim

3·5 g der obigen Kristallsubstanz. die nach genauem Trocknen bei 100° C. bei 197° C. zu schmelzen beginnt und bei 202° C. vollständig geschmolzen ist und sich gleichzeitig zersetzt. Dieser Körper löst sich leicht in Alkohol, warmem Wasser, Mineralsäuren, in Alkalien, schwerer in Äther und überhaupt nicht in Benzol, Toluol und sämtlichen aromatischen Kohlenwasserstoffen.

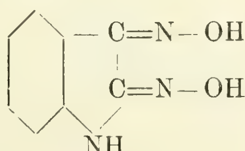
Die elementare Analyse dieser Verbindung hat folgendes Resultat ergeben:

C = 58·63 %,	H = 3·92 %	N = 17·6 %
58·77 %	3·86 %	17·02 %
		17·16 %

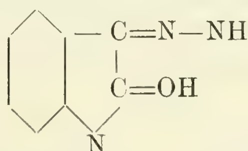
Da das Isatindioxim in Prozenten folgenden Gehalt haben müßte:

C = 54·18 % H = 3·98 % N = 23·77 %,

wie dieses aus der Formel:



hervorgeht, so kann die obige Verbindung in keinem Fall Isatindioxim sein. Ihr Gehalt in Prozenten entspricht nur dem Isatinmonoxim, da sich aus der Formel:



C = 59·20 % H = 3·73 % N = 17·31 %

ergibt, was beinahe vollständig mit den Resultaten der obenangeführten Elementaranalyse übereinstimmt.

Daraus geht hervor, daß die gelbe Kristallverbindung in Säulchen, die durch Abscheidung der Acetylgruppe vom Acetyl-Isatin erhalten wird, nicht Dioxim, sondern nur Isatinmonoxim ist.

Dies wird durch die Begründung und noch durch den Umstand bestätigt, daß sowohl der Schmelzpunkt, wie auch das Verhalten

dieses Körpers in bezug auf die reagierenden Substanzen mit den Eigenschaften des Isatinmonoxims vollständig identisch ist.

Auf dem von mir gewählten Wege kann man also nicht durch die Wirkung des Kaliumhydroxyds auf das Acetyl-ps-Isatindioxim die Acetylgruppe allein abscheiden und das Isatindioxim erhalten, sondern mit der Acetylgruppe trennt sich sofort eine Oximgruppe derart ab, daß als Resultat das bloße Isatinmonoxim entsteht. Die Konzentration der Alkalilauge hat keinen Einfluß auf die Qualität der Reaktion, denn ich habe verschiedene Kaliumlaugeverdünnungen von 1%—30% gebraucht und immer nur das Monoxim erhalten. Es ist überhaupt zweifelhaft, ob das Isatindioxim allein bestehen kann, da auch die von Herrn Prof. Marchlewski erhaltene Substanz, welche er in der Einleitung seiner obenangeführten Abhandlung erwähnt, dennoch nicht Isatindioxim ist, obwohl sie in Blechschuppen, die Kristallisationswasser enthalten, anders kristallisiert, da sie Stickstoff in Prozenten

N 18·7 %
19·08%

enthält, also bedeutend weniger als dies dem Isatindioxim entsprechen würde.

---

28. *Bromowanie strychniny, brucyny i innych alkoloidów. Część I. — Bromierung des Strychnins, Brucins und anderer Alkaloide. I. Teil.* Mémoire de MM. ***J. BURACZEWSKI*** et ***M. DZIURZYŃSKI***, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

In einer neulich publizierten Arbeit über Jodderivate des Strychnins und Brucins [1]) haben J. Buraczewski und T. Koźniewski durch Einwirkung von Jod in CS_2-Lösung auf alkoholische Lösungen dieser Basen Dijodstrychnin und Dijodbrucin dargestellt. Obwohl die weitere Untersuchung dieser Körper noch fortgesetzt wird, so scheint doch schon jetzt insoferne jeder Zweifel ausgeschlossen zu sein, daß man da nicht mit Substitution, sondern mit Addition von Jodatomen zu tun hat und daß diese Körper

[1]) J. Buraczewski und T. Koźniewski: Jodderivate des Strychnins und Brucins. Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1908, S. 644.

anderseits als Basen der von Jörgensen beschriebenen Perjodide [1]) zu betrachten sind.

In dieser Arbeit haben wir uns vorgenommen, die Einwirkung von Brom auf Strychnin, Brucin und andere Alkaloide bei analogen Verhältnissen zu studieren. Die Bromierung der Alkaloide war in viel höherem Grade Gegenstand eingehender Studien gewesen als deren Jodierung; die einschlägige Literatur bringt mehrere Mitteilungen über verschiedene Bromderivate, auch solche der Strychnosalkaloide, während entsprechende Jodderivate außer den von Jörgensen beschriebenen Perjodiden [2]) fast vollständig fehlen.

Bei Strychnin sind folgende Derivate bekannt: zwei Monoderivate, u. zw.: α-Derivat [3]) vom Schmelzpunkt 222° und β-Derivat [4]); ein Dibromderivat, nämlich Dibromstrychnin [4]) $C_{21}H_{20}Br_2N_2O_2$, bei 250° zersetzlich, und ein Bromstrychnindibromid [5]) $C_{21}H_{21}BrN_2Br_2$, oder bromwasserstoffsaures Bromstrychninbromid $C_{21}H_{21}BrN_2O_2HBrBr$.

Bei Brucin sind folgende Bromderivate beschrieben worden: a) Monobrombrucin [6]) $C_{23}H_{25}BrN_2O_4$, welches in kleinen, bräunlichen Nadeln kristallisiert und sich nicht mit Salpetersäure rötet; b) Tribrombrucin [7]), von verschieden angegebenen Formeln: $C_{23}H_{23}Br_3N_2O_4$ oder $C_{23}H_{26}N_2O_4Br_3$ oder $C_{23}H_{26}N_2O_4HBrBr_2$ [8]). Aus der wäßrigen Lösung dieses Körpers wurden von Beckurts während des Eindampfens Kristalle von bromwasserstoffsaurem Brucin erhalten, während die Mutterlauge beim Eindunsten ein rotbraunes Pulver von der Zusammensetzung $C_{23}H_{24}Br_2N_2O_4$ hinterließ.

Nach Kippenberger [9]) existieren weitere Bromderivate des Strychnins, resp. Brucins, mit mehr Bromatomen; da derselbe aber bei der Bromierung dieser Alkaloide mehr analytische Zwecke verfolgte, so hat er nicht versucht, diesbezügliche Verbindungen zu isolieren.

[1]) Journal f. prakt. Chemie [2] 2, S. 434, 1870.
Beckurts, Berichte d. deutsch. chem. Ges. **18**, 1236, 1885.

[2]) Shenstone, Journ. Chem. Soc. **47**, 140.

[3]) Loebisch und Schoop: Mon. für Chemie **6**, 885, 1885.

[4]) Beckurts, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **18**, 1237.

[5]) Archiv. Pharm. 1890, S. 325 und 328.
Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, S. 1237.

[6]) Laurent, Jahresber. über die Fortschritte der Chemie 1847/48, 629.

[7]) Berichte d. deutsch. chem. Ges. **18**, 1238; **23**, (2) 496.

[8]) Archiv der Pharm. 1890, S. 326.

[9]) Zeitschrift für anal. Chem. **39**, S. 609.

Alle beschriebenen Bromverbindungen wurden durch Bromierung der wäßrigen Lösungen der Salze der in Rede stehenden Alkaloide erhalten, außer dem Laurent'schen Monobrombrucin, das durch Einwirkung von Brom auf wäßrig alkoholische Lösung des schwefelsauren Brucins erhalten worden war; es muß hier noch hervorgehoben werden, daß Beckurts dasselbe Produkt unter den von Laurent angegebenen Bedingungen nicht erhalten konnte. In allen den Fällen, wo diese Körper nicht, wie bei Monoderivaten, durch Fällen ihrer Salze mit Alkalien dargestellt worden sind, ist die Möglichkeit, wenn nicht die Sicherheit vorhanden, daß bromwasserstoffsaure Salze zustande kommen konnten.

Da wir in unserer Arbeit die Alkaloidbasen in alkoholischer Lösung der Einwirkung von Brom unterworfen haben, so ist der Umstand als vollständig ausgeschlossen anzusehen, und zwar umsomehr, als die Entstehung der von uns erhaltenen Körper fast momentan nach Zusatz von Brom zu den entsprechenden Alkaloidlösungen verläuft.

Bromierung der Strychninbase.

Wir haben versucht, Strychnin durch Versetzen einer heißen alkoholischen Lösung dieser Base mit einer Lösung des Broms in Schwefelkohlenstoff zu bromieren, ganz analog, wie es J. Buraczewski und T. Koźniewski bei der Jodierung des Strychnins und Brucins getan haben. Bromlösung wurde portionsweise zugesetzt und nach jedem Zusatz trat sofort Entfärbung ein; erst nach Zusatz von größerer Menge Brom blieb die Flüssigkeit längere Zeit bräunlich gelb.

Der Versuch wurde von uns mehrmals mit gleichem Erfolg ausgeführt; in keinem Falle wurde auch nur eine Spur eines Niederschlages erhalten. Es ist klar, daß hier ein tieferes Eingreifen des Broms stattfinden mußte; jedoch die Erörterung dieses Eingreifens soll späterer Zeit überlassen werden. Wir nahmen eine kalte gesättigte Strychninlösung und setzten tropfenweise CS_2-Bromlösung hinzu. Schon einige Tropfen dieser Lösung färbten die Strychninlösung zeitweilig gelb, nach weiterem Zusatz von Bromlösung unter starkem Rühren trat ein fein verteilter Niederschlag von rein gelblicher Farbe auf, dessen Menge bei weiterem Zusatz von Brom immer mehr und mehr zunahm. Nach jeweiligem Absetzen dieses Niederschlages war die darüber stehende Flüssigkeit einige

Zeit rein gelblich gefärbt, in ziemlich kurzer Zeit entfärbte sie sich wieder vollständig. Wenn man mit Bromzusatz fortfährt, gelangt man endlich dahin, daß die Flüssigkeit eine bräunlich gelbe Färbung annimmt; obwohl auch jetzt nach längerem Stehen eine Entfärbung eintritt, so muß man dennoch von weiterem Bromzusatz absehen, da dies allmählich zu vollständiger Auflösung führt. Falls diese Auflösung eintritt, kann der frühere gelbliche Niederschlag nicht mehr aus der Flüssigkeit erhalten werden; die Flüssigkeit entfärbt sich auch bei großem Überschuß von Brom nach längerem Stehen vollständig.

Wenn man mit dem Bromzusatz zu rechter Zeit aufhört, setzt sich der gelbliche Niederschlag ziemlich gut zu Boden. Die darüber stehende Flüssigkeit wurde nun abgegossen, der Niederschlag auf ein gehärtetes Filter gesammelt, mit Alkohol einige Male gewaschen, ausgepreßt und zuerst an der Luft, dann im Trockenschrank bei zirka 80° C getrocknet und analysiert.

Die Analyse ergab folgende Resultate [1]):

Der Körper verkohlt, ohne zu schmelzen.

0·1776 g Sub. — gaben 0·3284 g CO_2 und 0·0705 g H_2O
0·2018 „ „ „ 10·3 cm³ N, b = 739·5; t: 20·5°
0·2146 „ „ „ 0·1623 g AgBr nach Carius.

Erhalten	Berechnet nach der Formel $C_{21}H_{22}N_2O_2Br_2$
C — 50·42%	50·89
H — 4·41%	4·48
N — 5·63%	5·69
Br — 32·16%	32·36

Der Körper ist also ein Dibromderivat des Strychnins.

Er ist in gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln bei gewöhnlicher Temperatur beinahe unlöslich.

Beim Kochen mit Äthyl- und Methylalkohol erleidet er eine vollständige Veränderung, indem die gelbe Färbung verschwindet; die Art dieser Veränderung wird von uns später näher untersucht

[1]) Kohlenstoff und Wasserstoff wurden wie üblich bestimmt, Stickstoff nach Dumas, Brom nach Carius. Brom kann hier aber auch durch Kochen dieses Körpers mit Silbernitrat und Salpetersäure als Bromsilber abgeschieden und bestimmt werden. Das hierbei erhaltene Resultat war mit dem nach Carius erhaltenen übereinstimmend.

werden. In kaltem Wasser ist der Körper vollständig unlöslich, beim Erwärmen aber erleidet er eine Veränderung, indem ein ziemlich kleiner, auch in größerer Menge siedenden Wassers unlöslicher Niederschlag zurückbleibt. Wenn man nun die Umstände, unter welchen dieser unsere Körper entsteht, mit denen des Beckurts'schen Dibromstrychnins zusammenstellt und seine Eigenschaften, besonders aber die fast vollständige Unlöslichkeit in kalten organischen Lösungsmitteln, mit der leichten Löslichkeit des letzteren vergleicht, so leuchtet sofort ein, daß die beiden Körper ganz voneinander verschieden sind. Die weitere Untersuchung dieses Körpers, sowie seiner Beziehung zu dem Beckurts'schen Dibromstrychnin, wird von uns fortgesetzt werden.

Wie schon oben angedeutet wurde, erleidet unser Dibromderivat des Strychnins beim Kochen mit Wasser eine Veränderung in dem Sinne, daß ein kleiner, in kaltem und siedendem Wasser unlöslicher Niederschlag zurückbleibt. Beim Versetzen des Filtrats mit Alkalien erhielten wir einen weißen, voluminösen Niederschlag, der äußerst leicht in Alkohol löslich ist und aus einer sehr verdünnten, heißen, alkoholischen Lösung beim Erkalten in feinen, seidenglänzenden, weißen Fäden sich ausscheidet. Die Analyse dieses Körpers ergab folgende Resultate:

0·185 g Sub. gaben 0·412 g CO_2 und 0·0885 g H_2O
0·2150 „ „ „ 13·4 cm^3 N b = 731·5, t: 21·5°
0·3498 „ „ „ 0·1592 g AgBr nach Carius

Gefunden	Berechnet nach der Formel $C_{21}H_{21}BrN_2O_2$
C — 60·44%	60·98%
H — 5·28%	5·10%
N — 6·77%	6·79%
Br — 19·36%	19·35%

Den Analysenresultaten zufolge wäre der Körper als ein Monobromstrychnin zu betrachten; wie schon aus seiner Darstellungsweise hervorgeht, ist er eine Base; in der Tat ist er in Säuren unter Bildung von Salzen sehr löslich. Man sollte annehmen, daß er mit dem α-Monoderivat des Strychnins identisch sei, dagegen spricht aber sein viel niedrigerer Schmelzpunkt [1]. Seine Ähnlichkeit mit

[1] 250°, während das α-Derivat den Schmelzpunkt 222° aufweist.

α-Bromstrychnin wird durch den Umstand noch größer, daß es ähnlich wie α-Bromstrychnin zwei Atome Brom addieren kann. Hier tritt aber wieder der Umstand hervor, den wir schon bei Dibromstrychnin konstatiert haben: während Beckurt'sches Bromstrychnindibromid sich leicht in Alkohol löst, ist unser Bromierungsprodukt des Bromstrychnins in Alkohol beinahe unlöslich, und die kleine Menge, die sich löst, unterliegt rasch einer Veränderung, indem sich die Flüssigkeit in kurzer Zeit vollständig entfärbt. Über die Bromierung unseres Bromstrychnins können wir folgendes mitteilen: der Körper wird in Alkohol gelöst und CS_2-Bromlösung tropfenweise unter Aufrühren hinzugefügt. Schon nach Zusatz des ersten Tropfens dieser Lösung beginnt sich ein kleinflokkiger, hellgelber Niederschlag zu bilden, der sich nicht mehr auflöst; (bei Bromierung des Strychnins rufen die ersten Tropfen der Bromlösung nur gelbliche Färbung hervor, aber keinen Niederschlag); bei weiterem Bromzusatz bildet sich der hellgelbe Niederschlag immer reichlicher bis zu einem gewissen Punkte, wo er bei weiterem Bromzusatz dunkelgelb zu werden beginnt und die Neigung zeigt sich zu lösen; wenn man mit Bromzusatz immer weiter fortfährt, löst sich der Niederschlag endlich auf, die Flüssigkeit entfärbt sich aber auch bei großem Bromüberschuß in einigen Stunden vollständig.

Das von uns analysierte Präparat wurde mit einem kleinen Bromüberschuß erhalten, es war überhaupt viel dunkler gefärbt, als die Präparate, bei deren Darstellung kein Bromüberschuß angewendet worden war.

Analyse:

0·3099 g Sub. gaben 12·9 cm^3 N p = 745·5 mm, t: 22°
0·2570 „ „ „ 0·267 g AgBr nach Carius
0·2537 „ „ „ 0·2632 „ „ „ „

Gefunden	Berechnet nach der Formel
N — 4·60%	$C_{21}H_{21}BrN_2O_2Br_2$
Br — 44·21%, 44·15%	N — 4·88%
	Br — 41·85%
	nach der Formel $C_{21}H_{21}N_2O_2Br_3$
	N — 4·30%
	Br — 49·00%

Wir haben also etwas mehr Brom bei der Analyse erhalten, als für Tribromstrychnin zu erwarten war. das andere Präparat aber. das in kleiner Menge bei Anwendung noch größeren Bromüberschusses erhalten worden war, gab zirka 49% Brom, also eben die Menge, die sich für Tetrabromstrychnin berechnen läßt. Es kann somit gesagt werden, daß wir im ersten Falle mit einem Tribromstrychnin, dem eine geringe Menge Tetrabromstrychnin beigemischt war, zu tun hatten.

Beim Kochen einiger unserer Bromierungsprodukte des Monobromstrychnins, die eine helle Farbe besaßen und ohne Bromüberschuß bereitet waren, mit Wasser konnten wir dieselbe Beobachtung machen, die wir beim Kochen des Dibromderivates mit Wasser gemacht hatten.

Es bildete sich immer ein in Wasser unlöslicher, weißer Körper, und zwar in viel reichlicherem Maße, als es beim Kochen des letzten Körpers der Fall war. Aus dem Filtrat fällen Alkalien eben solchen weißen, in Wasser unlöslichen, in Alkohol aber sehr leicht löslichen Niederschlag.

In der Bildung des in Wasser unlöslichen Körpers sehen wir einen weiteren Beweis dafür, daß unser Tribromderivat von dem Beckurts'schen verschieden ist. Beckurts hat sein Tribromderivat mit Wasser gekocht, jedoch die Bildung eines in Wasser unlöslichen Körpers nicht beobachtet.

Wie schon angedeutet, setzen wir unsere Untersuchungen über Bromierungsprodukte des Strychnins weiter fort.

Bromierung des Brucins.

Wir gingen nun an die Bromierung des Brucins in der Hoffnung, ähnliche Resultate wie bei Strychnin zu erhalten, wie es J. Buraczewski und T. Koźniewski bei Jodierung des Brucins gelungen ist. Es stellte sich aber heraus, daß Brucin, unter ganz gleichen Bedingungen wie Strychnin mit Brom behandelt, sich demselben gegenüber vollkommen verschieden verhält. Beim Zusatz von CS_2-Bromlösung zur alkoholichen Lösung des Brucins bildet sich anfangs ein gallertartiger, farbloser, in Alkohol fast unlöslicher Niederschlag, welcher sich bei weiterem Bromzusatz allmählich löst. Bromlösung wurde so lange zugesetzt, bis der ganze oben erwähnte Niederschlag sich vollständig auflöste. Läßt man die Lösung stehen, so setzt sich langsam ein dunkelgelber Niederschlag ab, wenn aber Brom

in großem Überschuß hinzugefügt wird. so setzt sich der erwähnte gelbe Niederschlag nicht, die Flüssigkeit färbt sich aber allmählich immer mehr und mehr rot mit violettem Stich und wird nach längerem Stehen (nach einigen Tagen) dunkel rotviolett.

Wir haben beide Niederschläge folgendermaßen isoliert: der erste weiße gallertartige Niederschlag [1]) wird auf ein Filter gesammelt, zuerst mit Alkohol, dann mit Äther gut ausgewaschen; das Waschen mit Äther kann nicht unterbleiben, weil sonst der Niederschlag beim Trocknen an der Luft eine harte, hornartige Masse bildet. Nach dem Verdunsten des Äthers erhielten wir einen weißen, pulverigen Körper, der in kaltem Wasser und gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln beinahe unlöslich ist. Die Analyse ergab, daß der Körper ein Monobrombrucin sein muß. Es wäre voreilig schließen zu wollen, auf welche Weise das Bromatom in dem Körper gebunden ist; seine Eigenschaften, sowie seine Darstellungsweise zeigen aber ganz klar, daß er unmöglich ein Brucinhydrobromid sein kann.

Analyse:

0·1826 g Sub. gaben 0·3898 g CO_2 und 0·096 g H_2O
0·2324 „ „ „ 12·5 cm^3N p = 747 mm, t = 23°
0·3060 und 0·2651 g Sub. gaben 0·1053 g und 0·100 g AgBr [2])

Erhalten		Berechnet nach der Formel $C_{23}H_{25}BrN_2O_4$
C — 58·21%		58·32%
H — 5·84%		5·32%
N — 5·92%		5·93%
Br — 16·05%	16·03%	16·86%

Der Körper kann auch unbedingt mit dem Laurent'schen Monobrombrucin nicht identisch sein, weil dieser bräunliche Nadeln bildet, sich mit Salpetersäure nicht rötet, während der unsrige weiß, amorph ist und nicht nur mit Salpetersäure, sondern, wie es weiter noch erörtert werden soll, sich mit allen Mineralsäuren rötet.

Will man den zweiten gelben Niederschlag erhalten, so muß man, wie schon gesagt, zu der alkoholischen Flüssigkeit, welche

[1]) Bei seiner Entstehung muß man darauf achten, daß nicht zu viel Brom zugesetzt wird, da sonst der Niederschlag gelb wird und große Neigung zeigt, sich zu lösen.

[2]) Direkt durch Kochen der Substanz mit $AgNO_3$ und HNO_3 erhalten.

den gallertartigen Niederschlag enthält, ohne denselben abzusondern, weitere Mengen Bromlösung zusetzen, bis zu dessen vollständiger Lösung, den beim Stehen gebildeten gelben Niederschlag auf ein Filter sammeln, mit Alkohol gut durchwaschen, auspressen und an der Luft trocknen.

Die Analyse dieses Körpers ergab, daß hier ein Brucinmolekül 3 Atome Brom enthält.

Analyse:

0·3011 g Sub. gaben 12·1 cm³ N, p = 741 mm t = 20·6°
0·2204 „ „ „ 0·1966 g AgBr nach Carius

Erhalten	Berechnet nach der Formel $C_{23}H_{25}Br_3N_2O_4$
N — 4·44%	4·44%
Br — 37·96%	38·00%

Der letztgenannte Körper wäre seinen Eigenschaften nach am meisten dem Beckurts'schen Brucintribromid ähnlich; ähnlich wie dieser verhält er sich auch beim Kochen mit Wasser: er löst sich in demselben mit roter Farbe. Er besitzt aber auch Eigenschaften, die ihn von dem Beckurts'schen Brucintribromid wohl unterscheiden: er ist gar nicht hygroskopisch. Während das Beckurts'sche Brucintribromid an der Luft zu einem rotgefärbten Syrup zerfließt, haben wir verschiedene Präparate unseres Körpers einige Wochen lang in einem ziemlich feuchten Raume offen gehalten, ohne irgend eine Gewichtszunahme konstatieren zu können. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, daß das Beckurts'sche Tribrombrucin ein bromwasserstoffsaures Brucindibromid ist, während bei der Bildung unseres Körpers kaum eine bromwasserstoffsaure Verbindung zustande kommen konnte.

Ganz eigenartig ist das Verhalten des ersten gallertartigen Körpers, wie schon gesagt, den Mineralsäuren gegenüber. Während er in kaltem Wasser vollständig unlöslich ist, löst er sich wohl in demselben beim Versetzen mit irgend einer starken Mineralsäure, und zwar mit reiner kirschroter Farbe; diese Farbe wird auch beim nachherigen Kochen der Lösung wohl intensiver. Diese Wirkung wird unseres Wissens von folgenden Säuren hervorgerufen: HCl, HBr, HJ, HF, H_2SO_4, H_3PO_4, HNO_3. — HCl-Gas ruft, in den mit Alkohol versetzten Körper eingeleitet, eben dieselbe Wirkung hervor; nach dem Verdunsten des Alkohols bleibt ein amorpher

kirschroter Körper zurück, der keine hygroskopischen Eigenschaften zeigt.

Kocht man aber Monobrombrucin mit geringer Menge Wasser, so löst er sich darin vollständig unter gleichzeitiger grundsätzlicher Veränderung: wenn man zu der abgekühlten Lösung irgend eine Mineralsäure zusetzt, so tritt keine Spur obiger Färbung auf.

Auf eben dieselbe Weise verhält sich unser Tribrombrucin Mineralsäuren gegenüber. Weitere Untersuchungen über dieses interessante Verhalten sind im Gange, und wir werden kürzlich darüber berichten.

Von den anderen Alkoloiden haben wir bis jetzt nur mit Cinchonin Versuche gemacht. Dieses verhält sich augenscheinlich dem Brom gegenüber wie Strychnin. Der dabei entstehende hellgelbe Niederschlag ist ziemlich schwer isolierbar, denn bei geringstem Bromüberschuß löst er sich vollständig auf; auch scheint er unter Einwirkung von Alkohol leicht veränderlich zu sein. Zur Zeit haben wir geringe Mengen Cinchonin zur Verfügung gehabt und den Niederschlag nicht isoliert. Beim Stehenlassen der Flüssigkeit bilden sich am Boden bräunliche, derbe Kristalle, die sich ziemlich leicht isolieren lassen. Nach langem Stehen der davon abgegossenen Flüssigkeit fängt dieselbe an, stark zu fluoreszieren. Im zweiten Teile unserer Mitteilung hoffen wir, über die Einwirkung von Brom auf Cinchonin und einige andere Alkoloide Näheres berichten zu können.

---

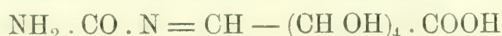
29. *O zachowaniu się glukozofenetydydu i cztero-acetyloglukozofenetydydu w organizmie zwierzęcym. — Über das Verhalten von Glukoso-Phenetidid und Tetracetyl-Glukoso-Phenetidid im tierischen Organismus.* Note de M. **ST. MOSTOWSKI,** présentée par M. L. Marchlewski m. t.

Auf Anregung Prof. Marchlewski's, der bekanntlich Glukosophenetidid durch Erhitzen einer alkoholischen Lösung von Glykose und Para-phenetidin gewonnen hat, habe ich eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um die Art der physiologischen Wirkung der Substanz aufzuklären, sowie das Schicksal der Substanz im tierischen Stoffwechsel zu verfolgen.

In Lippmanns: „Chemie der Zuckerarten" 1894. S. 527 findet sich die Bemerkung, daß Glukophenin (Synonym für Glukosophenetidid) stark toxische Eigenschaften besitze.

Ich habe mich besonders dafür interessiert, ob und in welchem Grade die Einführung von Glukosemolekel in die Molekel des Phenetidins die evidente Toxizität der letztgenannten Substanz zu modifizieren imstande sei; andererseits wollte ich mich überzeugen, ob diese auf die obengenannte Weise gebundene Zuckermolekel beim Passieren des Organismus der Oxydation unterliegt und auf solche Weise Anlaß zur Entstehung einer gepaarten Glukuronsäure gibt.

Glukophenetidid ist eine Anhydrobase; a priori erschien schon die Hoffnung nicht unbegründet, daß es im tierischen Stoffwechsel zu einer gepaarten Glukuronsäure oxydiert wird, nur müßte diese gepaarte Glukuronsäure nach einem Aldehydimintypus gebaut sein, also eine analoge Struktur aufweisen, wie die von Neuberg und Neumann [1]) synthetisch erhaltene Ureidoglokuronsäure, der die genannten Verfasser folgende Formel zuschreiben:



$$NH_2 . CO . N = CH - (CH\,OH)_4 . COOH$$

Die Entstehung einer solchen Säure im Organismus würde zur experimentellen Begründung der Fischer-Piloty'schen Hypothese einen Beitrag geben; nach den genannten Verfassern muß die Aldehydgruppe des Zuckers zuerst mit irgend einem Körper eine Verbindung eingehen; erst wenn sie auf solche Weise festgelegt und dadurch vor Oxydation geschützt wird, unterliegt die primäre Alkoholgruppe der Oxydation, was die Bildung einer gepaarten Glukuronsäure zur Folge hat.

Glukophenin erschien mir sogar mehr zur experimentellen Prüfung der Richtigkeit der Fischer-Piloty'schen Hypothese geeignet, als die zu diesem Zwecke bisher angewandten Verbindungen, d. h. Chloralose [2]) oder Phenolglukosid und Benzylglukosid [3]), weil im Gegensatz zu den letztgenannten Verbindungen Glukophenin nicht als eine leicht zerlegbare Substanz betrachtet werden kann; unter dem Einflusse von verhältnismäßig energisch wirkenden chemischen

[1]) Z. f. physiol. Chemie, 44, S. 100.

[2]) P. Meyer: Experimentelle Untersuchungen über Kohlenhydratsäuren, Zeitschft für klin. Med. 1902, B. 74, S. 78.

[3]) Falk: Münch. Med. Wochschft. J. 49, S. 1489.

Agentien, wie 3 Stunden langes Erwärmen im Wasserbade mit 3 % Schwefelsäure in einer Druckflasche, wird Glukophenin in ganz geringem Grade in ihre Komponenten, d. h. in Glukose und Phenetidin gespalten; und sogar 14 Stunden langes Erwärmen im Wasserbade mit 6 % H_2SO_4 ist nicht imstande, Glukophenin vollständig zu spalten; die entfärbte Flüssigkeit dreht nämlich noch immer nach links.

Die spezifische Drehung des Glukophenins, das durch Hinzufügung eines Äquivalents Salzsäure zu der in Wasser suspendierten Substanz in Lösung übergeführt war, berechnete man auf

$$[\alpha_D] = -52^0\,20'$$

Diese theoretische Deduktion wurde durch meine Versuche nicht bestätigt. Zu meinen Versuchen habe ich Hunde verwendet, denen das Präparat mit Milch gereicht wurde. Glukophenin ist wenig löslich in Wasser; 100 ccm Wasser lösen in Zimmertemperatur kaum 0·39 g; ungeachtet dessen wird es leicht resorbiert; ohne Zweifel geht es mit der Salzsäure des Magensaftes eine leicht lösliche salzartige Verbindung ein, wobei der dreiwertige Stickstoff fünfwertig wird.

Glukophenin besitzt gar keine toxischen Eigenschaften. Ein Hund von 5 kg Gewicht verträgt 25 g der Substanz, d. h. 5 g auf 1 kg des Körpergewichts, ohne daß man irgend welche abnorme Erscheinungen in seinem Verhalten konstatieren könnte. Das heißt 1·9 g Phenetidin auf ein kg des Körpergewichtes ist, sobald es die Verbindung mit Glukose eingegangen hat und somit eine Anhydrobase bildet, vollständig unschädlich geworden. Die toxische Dose von Phenacetin beträgt 0·45 g pro kg Körpergewicht [1]); Phenetidin wirkt bekanntlich viel giftiger als Phenacetin.

Glukophenin reizt die Niere nicht. Der Harn enthält niemals Eiweiß nach seiner Darreichung.

Die Substanz ist nicht imstande, die normale Temperatur des Körpers zu erniedrigen, sogar nicht in einer Dose von 25 g. Eine künstlich durch Einspritzen von diphtheritischem Toxin gesteigerte Temperatur wird zwar erniedrigt, aber nicht eklatant. Glukophenin wurde in Dosen von 0·5—1 g auf ein kg des Körpergewichts ge-

[1]) Hinsberg und Treupel: Über die physiologische Wirkung des p-Amidophenols und einiger Derivate desselben. Arch. für exper. Path. und Pharmakol. 33.

reicht; um die Temperatur zu erhöhen, spritzte man den Tieren 0·03—0·07 ccm von diphtheritischem Toxin subkutan ein; das Toxin enthielt in 1·85 ccm 100 toxische Einheiten.

Protokoll I.

Gew. des Hundes 8 kg 500 g.

Datum	Stunden	Temperatur
22/XII	10·55	40·2
	11·0	Einspritzen von 0·03 ccm Toxin
	1	40·2
	2·35	41·2
	3	41·2
	3·30	Darreichen von 5 g Glukophenin
	43·0	40·7
	5	40·4
	5·30	40
	6	39·9
	6·30	40
	7	40·1
	7·30	40·2
	8·15	04·5

Das heißt, in $2^1/_2$ Stunden nach der Darreichung des Präparates erniedrigt sich die Temperatur um 1·3°; 2 Stunden später steigt sie wieder um 0·6° C.

(Siehe Protokoll II Seite 645).

Im letzten Experimente sinkt die Temperatur nach Darreichung von Glukophenin nur um 6° C; erst nach $4^1/_2$ Stunden beträgt die Differenz 1·4° C; da sich aber kein nachheriges Steigen der Temperatur konstatieren läßt, so bin ich geneigt, das Sinken der Temperatur eher auf Nachlassen der Toxinwirkung als auf die durch Glukophenin verursachte Antipyrese zurückzuführen.

Aus den genannten Versuchen muß man schließen, daß Glukophenin sich im Tierorganismus durchaus passiv verhält.

Protokoll II.

Derselbe Hund.

Stunden	Temperatur
8	40
8·45	Einverleiben von 0·03 ccm Toxin
10·20	40·2
11·30	40·2
12·15	40·6
1	Abermaliges Einverleiben von 0·03 ccm Toxin
2·10	40·7
3	41
3·40	41·1
	Darreichen von 5 g Glukophenin
4·30	40·9
5	40·9
5·30	40·8
6·30	40·5
7·30	40
8·35	39·7

In Zusammenhang mit dieser physiologischen Passivität kann vielleicht die Tatsache gebracht werden, daß Glukophenin durch die Nieren ohne jede Veränderung ausgeschieden wird. Nach Darreichung von 25 g Glukophenin scheiden sich binnen einiger Stunden aus dem abgegebenen Harne 12·5 g, das ist die Hälfte der Substanz in kristallinischem Zustande aus. Nach einmaligem Umkristallisieren aus Alkohol bestimmte ich den Schmelzpunkt, der sich mit dem Schmelzpunkte des reinen Glukosophenetidids als identisch erwies und bei 159 — 160° C lag.

Nach Darreichung von 5 g Glukophenin einem 4 kg schweren Hunde gewann ich die ganze Menge des Präparates im Harne, worüber ich mich durch Zuckerbestimmung nach der Fehlingschen Methode überzeugen konnte; Glukophenin reduziert nämlich die Fehlingsche Lösung beim Kochen direkt.

In allen Versuchen untersuchte ich den Harn auf Paraamidophenol mit Hilfe der Indophenolreaktion, die ich in der Hinsberg-

Treupel'schen Modifikation[1]) anstellte, also auf solche Weise, daß zum gekochten Harne 1—2 ccm konzentrierte Salzsäure hinzugesetzt und nach dem Erkalten 3—5 Tropfen Karbolwasser und 1—2 Tropfen gesättigte Chromsäurelösung zugesetzt wurden. Schichtet man nun auf die rotgefärbte Flüssigkeit vorsichtig Ammoniak, so soll die rote Farbe ins Blaue übergehen.

Nach Glukophenindarreichung trat nach Ammoniakzusatz nicht die blaue Farbe, sondern die grüne auf; die Reaktion mit dem letztgenannten Farbenwechsel ist nicht für Paraamidophenol charakteristisch, sie wird ebenso durch Glukophenin verursacht.

Auf Grund des negativen Ausfalles der Indophenolreaktion darf ich annehmen, daß Paraamidophenol im tierischen Organismus nach Glukophenindarreichung nicht entsteht.

Da Glukophenin durch Säuren nur sehr schwer zerlegbar ist, so war ich bei der Lösung des Problems nach der An- oder Abwesenheit der Glukuronsäure im Harne vorzugsweise auf die Orcinreaktion angewiesen; die Reaktion war jedoch immer negativ; nur einmal zeigte der Amylalkoholextrakt einen schwachen Absorptionsstreifen zwischen *C* und *D*; gefärbt war er wohl, immer aber ohne Zweifel durch Zersetzungsprodukte des Phenetidins; diese winzige Menge der Glukuronsäure darf als zufällig betrachtet werden; aber auch im Darmkanal abgespaltenes Phenetidin kann wohl Anlaß zur Bildung von Glukuronsäure geben.

Daß jedoch die Spaltung des Glukophenins weder im Darmtraktus, noch in den Geweben, wenn sie überhaupt stattfindet, eine beträchtliche sein kann, beweist die Tatsache, daß die Menge der gepaarten Schwefelsäuren sogar nach Darreichung größerer Glukophenindosen nur sehr wenig ansteigt.

Das Verhältnis der Sulfate zu den gepaarten Schwefelsäuren beträgt nach Darreichung von 5 g Glukophenin auf H_2SO_4 berechnet 7·22 : 1; jenes Verhältnis betrug bei demselben Hunde vor dem genannten Versuche 9·84 : 1.

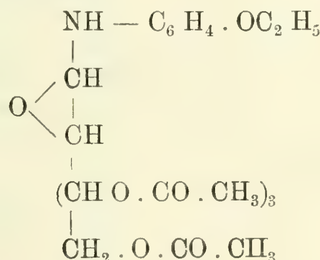
Die Versuche haben bewiesen, daß Glukophenin sich dem tierischen Organismus gegenüber durchaus passiv verhält und daß es den Körper unangegriffen verläßt.

Ich bin nicht berechtigt, auf Grund meiner Experimente mich für oder gegen die Richtigkeit der Fischer-Piloty'schen Hy-

[1]) Archiv f. exper. Path. und Pharmak. 33.

pothese der Glukuronsäurebildung auszusprechen, aber die Tatsache, daß Glukophenin, indem die Aldehydgruppe der Glukose durch Phenetidin festgelegt wird, trotzdem im tierischen Organismus, nicht einmal in Spuren, zur gepaarten Glukuronsäure oxydiert wird, scheint mir nicht ganz ohne Bedeutung zu sein.

Man könnte annehmen, daß für die Tatsache. ob die gepaarte Glukuronsäure entsteht oder nicht, die Bindungsweise der Aldehydgruppe mit Phenetidin entscheidend ist; man darf erwarten, daß die Glukuronsäure aus der Verbindung entstehen werde, in der Glukose als Anhydrid eines siebenwertigen Alkohols fungiert, ähnlich wie die Glukoside und die mit Phenolen oder Alkoholen gepaarten Glukuronsäuren. Zu dem Zwecke stellte ich synthetisch Tetracetylglukosophenetidid dar; ich erhielt die Substanz durch Einwirkung von 2 Mol. Phenetidin auf ein Mol. Tetracetylbromglukose in ätherischer Lösung. Der Synthese nach muß man der Verbindung nachfolgende Formel zuschreiben:



Ich versuchte, den Körper zu verseifen, um einen nach dem Glukosidtypus gebauten Körper zu erhalten; alle diesbezüglichen Versuche sind leider mißlungen.

Ebenso verursachte die Verseifung mit $Ba(OH)_2$ in wässeriger Lösung nach Fischer und Armstrong[1]) als auch die Verseifung mit methylalkoholischer $Ba(OH)_2$-Lösung die Zersetzung der Substanz, d. h. Spaltung in ihre Komponenten.

Ich mußte mich somit mit der Prüfung des physiologischen Verhaltens des Tetracetylderivates des unbekannten Phenetidinglukosids begnügen.

Ich reichte den Hunden je 5 g Substanz. Zur Prüfung der antipyretischen Wirkung der Substanz erhöhte ich die Temperatur auf oben erwähnte Weise durch subkutanes Einverleiben von diph-

[1]) Ber. d. deutsch. Chem. Ges., 24. 2889.

theritischem Toxin. Diese Art der Temperaturerhöhung erwies sich als nicht praktisch; das Einspritzen von ganz geringen Mengen des Toxins wie 0·03 ccm (1·85 ccm Toxin enthielten 100 toxische Einheiten) rief, trotzdem man Toxin in stark verdünnter Lösung applizierte (auf 0·03 ccm Toxin 20 ccm 0·85 % NaCl-Lösung) eine heftige Entzündung an der Applikationsstelle hervor; der Entzündung folgte Brand, dem alle auf solche Weise behandelte Tiere erlagen. Das Toxin war keimfrei; beim Einspritzen ging man mit strengster Asepsis vor, man muß also die Entzündung sowie den Brand auf die irritierende, bezw. deletäre Wirkung des Toxins selbst zurückführen.

Protokoll III.

Hund Gewicht 5 kg 800 g.

Datum	Stunden	Temperatur
11/XII	4	39·3
	4·30	Einspritzen von 0·07 ccm Toxin
	7	39·8
	9·15	40
12/XII	6·30 früh	40
	9·45	40·5
	10·20	40·4
	10·30	Darreichen von 5 g Tetracetyl-Glukoso-phenetidid
	11·15	40·6
	11·55	40·2
	12·30	39·8
	1	39·2
	1·30	39
	2	39·2
	3·30	39·3
	5·30	39·5
	8	39·5
	9	39·6
13/XII	7·30 früh	39·5
	9·30	39·8
	12	40

Drei Stunden nach Darreichung von Tetracetylglukophenetidid sinkt die Temperatur um 1·5° C.

Die Wirkung ist langsam und nicht sehr überzeugend, wenn man berücksichtigt, daß die Temperatur 7 Stunden nach dem Maximum des Sinkens kaum um 0·6° C steigt, also auch ohne dieses Antipyretikum eine Tendenz zum Sinken zeigt.

Die Untersuchung der Fäces ergab, daß die Substanz nicht vollständig resorbiert wird. Die Fäces, welche 48 Stunden vom Moment der Darreichung der Substanz gesammelt wurden, trocknete ich im Wasserbade bei einer Temperatur unter 70° C; nach Entfettung mit Petroläther extrahierte ich die Fäces mit Äthyläther, aus dem nach Einengen Tetracetylglukosophenetidid kristallisierte.

Nach Genuß von 5 g der Substanz fand ich in den Fäces des Hundes 1·7 g von unverändertem Körper wieder; nach einmaligem Umkristallisieren aus Äther zeigt die Verbindung den Schmelzpunkt 132° C; bei dieser Temperatur schmilzt auch unverändertes, reines Tetracetylglukosophenetidid.

Die quantitative Bestimmung der Sulfate zeigte eine beträchtliche Vermehrung der gepaarten Schwefelsäure; nach Darreichung von 5 g meiner Verbindung überstieg die Menge der gepaarten Schwefelsäure mehr als zweimal die Menge der in ungebundenem Zustand ausgeschiedenen Schwefelsäure. Das Verhältnis von SO_3-(Sulfate) zu SO_3-(gepaarte Schwefelsäure) beträgt 1 : 2·37; am Tage vor dem Experimente betrug dieses Verhältnis bei meinem Hunde 9 : 1.

Ich war dagegen nicht imstande, Tetracetylglukosophenetidid im Harne wiederzufinden.

Beim Ausschütteln des Harnes mit Äther direkt oder nach vorherigem Ansäuern des Harnes mit Schwefelsäure fand ich als Rückstand beim Abdestillieren des Äthers kaum einige Kristalle, die ihrem Aussehen und ihren Löslichkeitsverhältnissen nach dem Tetracetylglukosophenetidid entsprachen.

Da die letztgenannte Verbindung die Fehling'sche Lösung erst nach vorheriger Spaltung mit Säure reduziert, kochte ich den Harn nach Hinzufügung der Schwefelsäure bis zu 1% und untersuchte ihn nach dem Neutralisieren auf sein Reduktionsvermögen.

Der Versuch fiel negativ aus.

Bei der Indophenolreaktion konstatierte ich einen ähnlichen Farbenwechsel, wie bei Glukophenin, d. h. NH_3 rief eine grüne

Farbe hervor. Eine durch Aufkochen bereitete, wässerige Tetracetylglukosophenetididlösung gibt dieselbe Reaktion; der positive Ausfall dieser feinen Reaktion beweist ebenso wie die aus Ätherauszug isolierten Kristalle, daß Tetracetylglukosophenetidid in geringer Menge in den Harn übergeht; andererseits beweist der Ausfall der Reaktion, daß Paramidophenol abwesend war.

Berücksichtigt man, daß ich fast $^2/_5$ der Verbindung in den Fäces wiederfand, im Harn dagegen kaum Spuren der Substanz nachweisen konnte, berücksichtigt man ferner die beträchtliche Vermehrung der Ätherschwefelsäure, so erscheint die Annahme am wahrscheinlichsten, daß dieser Körper nur in ganz geringer Menge resorbiert, dagegen im Darmtractus gespalten wird; das resorbierte Phenetidin erniedrigt die Temperatur und verursacht die Vermehrung der gepaarten Schwefelsäure.

In welcher Form verbindet sich nun Phenetidin mit der Schwefelsäure? Ich war imstande, unverändertes Phenetidin aus dem Harne nach dem Spalten der gepaarten Schwefelsäuren mit HCl, mit Äther zu extrahieren. Da die Substanz nur sehr wenig resorbiert wird, vermag ich dieses Problem nicht näher aufzuklären.

Darstellung von Tetracetylglukosophenetidid. 30 g Glukose digerierte ich unter starker Kühlung und völliger Abhaltung von Feuchtigkeit mit 102 g Bromacetyl unter stetem Rühren 4—6 Stunden lang (nach Königs und Knorr)[1].

Die Ausbeute von Glukose-β-bromtetracetat betrug 50—70 g; der Körper war nun in wasserfreiem Äther gelöst und mit 2 Mol von unmittelbar vorher destilliertem Phenetidin versetzt, das ebenso in Äther gelöst war; die Flüssigkeit wurde über die Nacht stehen gelassen.

Das Filtrat von bromwasserstoffsaurem Phenetidin verdunstete ich im Vakuum bei Zimmertemperatur; den nach einigen Stunden fest gewordenen Rückstand extrahierte ich mit Äther in der Siedetemperatur des Äthers; Tetracetylglukosophenetidid ist leicht in Äther löslich und kann ohne jede Mühe von in Äther vollständig unlöslichem bromwasserstoffsaurem Phenetidin getrennt werden. Man kristallisiert Tetracetylglukosophenetidid aus Äther, eventuell nach Hinzufügung von Petroläther, in welcher Mischung die genannte

[1] Ber. der deutsch. Chem. Gesell., 34, 956.

Verbindung schwer löslich ist. Die Ausbeute beträgt unter günstigsten Bedingungen 8—10 g.

Die Substanz kristallisiert in weißen Nadeln, ist unlöslich in kaltem Wasser, schwer löslich in Alkohol, unlöslich in Petroläther, leicht löslich in Äthyläther.

Schmelzpunkt 132° C.

Die Elementaranalyse gab folgende Resultate:

0·285 g Substanz gaben 8 ccm N. T. 17° C, b 746·3

gefunden	berechnet auf
% N = 3·18	$C_{22} H_{29} O_{10} N$
	% N = 3·00

Bestimmung von C und H

0·1774 g Substanz gaben 0·1 g H_2O und 0·3634 g CO_2

gefunden	berechnet auf $C_{22} H_{29} O_{10}N$
% H = 6·3	% H = 6·27
% C = 55·9	% C = 56·49

---

30. *Kilka spostrzeżeń nad wpływem związków próchnicowych na rozwój drożdży i fermentacyą alkoholową. — Einige Beobachtungen über den Einfluß der Humusstoffe auf die Entwicklung der Hefe und auf Alkoholgärung.* Note préliminaire de M. **ADAM DZIERZBICKI**, présentée par M. E. Godlewski m. t.

Ich habe mich vor kurzem in dem hiesigen Agrikulturchemischen Laboratorium mit Untersuchungen über die Frage befaßt, ob es nicht möglich wäre, durch einfache Ernährungsversuche mit gewissen Mikroorganismen einige Anhaltspunkte zur Beurteilung des Gehaltes verschiedener Bodenarten an assimilierbaren Nährstoffelementen zu gewinnen. Gewisse positive Resultate, welche ich in dieser Hinsicht, namentlich in bezug auf Phosphorsäure, erhalten habe, sollen den Gegenstand einer besondern Publikation bilden, hier will ich nur über einige Beobachtungen berichten, die ich bei Untersuchung des Einflusses der Humusstoffe auf die Entwicklung der Hefe und auf Alkoholgärung gemacht habe. Die Asche der Hefe ist bekanntlich reich an Kali. Da sich nun die Hefe bei

entsprechender Ernährung rasch entwickelt, so wird hiedurch die Vermutung nahe gelegt, daß sie sich vielleicht zur Prüfung des Bodens auf Gehalt an assimilierbarem Kali wird verwenden lassen, und zwar auf diese Weise, daß man zu einer kalifreien, aber andere Nährstoffelemente in hinreichender Menge enthaltenden Nährlösung eine gewisse Menge des zu prüfenden Bodens als Kaliquelle hinzusetzt, die Mischung sterilisiert, mit Hefe infiziert und den Verlauf der Gärung beobachtet.

Zum orientierenden Versuch wurde der Boden aus zwei Parzellen des hiesigen Versuchsfeldes verwendet, von denen die eine seit etwa 15 Jahren jährlich eine vollständige Düngung, also auch eine Kalidüngung erhält und sehr üppige Ernten liefert, dagegen die andere jedes Jahr ohne Kali gedüngt wird und wegen ihrer großen Kaliarmut des Bodens immer eine nur kümmerliche Vegetation hervorbringt.

Versuch I.

Eine Serie von 6 Erlenmayerschen Kölbchen à 250 ccm Inhalt wurden mit je 100 ccm Glykoselösung mit Kali und eine andere Serie von ebenfalls 6 Kölbchen von gleicher Größe und gleicher Gestalt mit je 100 ccm Glykoselösung ohne Kali beschickt. Die Zusammensetzung beider Lösungen, welche wir mit A und B bezeichnen wollen, war folgende:

Leitungswasser	1000 ccm	1000 ccm
Glykose	100 g	100 g
Asparagin	1·5 g	1·5 g
$Ca(H_2PO_4)_2$	2·0 g	2·0 g
$Mg SO_4$	0·2 g	0·2 g
$K Cl$	1·0 g	—

Von jeder Serie blieben 2 Kölbchen ohne Erdezusatz, 2 erhielten 10 g Erde aus der mit Kali gedüngten Parzelle, 2 ebenfalls 10 g Erde aus der mit Kali nicht gedüngten, also sehr kaliarmen Parzelle. Alle Kölbchen wurden im Autoklav sterilisiert und mit einer ganz geringen Menge einer Reinkultur der Hefe geimpft, welche ich der Gefälligkeit des Herrn Krupa, Professors an der hiesigen Staatsgewerbeschule verdanke. Die mit Wattepfropfen geschlossenen Kölbchen wurden gewogen und im Thermostat bei nahezu konstanter Temperatur von 28° C. gehalten. Alle zwei oder

drei Tage wurden die Kölbchen gewogen, um aus ihren Gewichtsverlusten auf die Energie der in denselben stattfindenden alkoholischen Gärung schließen zu können. Indessen darf man nicht den ganzen Gewichtsverlust eines Kölbchens auf die Entweichung der in demselben durch Gärung gebildeten Kohlensäure setzen, da ja bei einer Temp. von 28° C. die Lösung ziemlich stark transpirieren muß. Als Maßstab der Gärung konnte also nur die Differenz zwischen dem ganzen und dem durch Transpiration der Lösung bewirkten Gewichtsverluste gelten. Um die Verdunstung der Lösungen abzuschätzen, stellten wir in den Thermostat außer den Versuchskölbchen noch zwei Kölbchen von gleicher Größe und Gestalt wie diejenigen, welche auch mit je 100 ccm gleicher Nährlösung beschickt, mit Wattepfropfen geschlossen, sterilisiert, aber mit Hefe nicht infiziert worden waren. In diesen Kölbchen erfolgte also keine Gärung und ihr Gewichtsverlust während des Versuches konnte nur durch Verdunstung bewirkt werden; demnach war man berechtigt, die Gewichtsverluste dieser beiden Kölbchen als wenigstens annähernden Maßstab der Verdunstung der Lösungen im Versuchskölbchen anzunehmen und sie zur Korrektion der Zahlen, welche die Energie der Atmung angeben sollen, zu verwenden.

Die Zahlen, welche in den in dieser Notiz zusammengestellten Tabellen als durch Gärung entwichene Kohlensäure angegeben sind, wurden also in der Weise erhalten, daß man immer von den Gewichtsverlusten des Versuchskölbchens die Mittelzahlen aus den Gewichtsverlusten beider mit Hefe nicht infizierten und gleichzeitig mit Versuchskölbchen gewogenen Kölbchen in Abzug brachte.

TABELLE I.

Kohlensäuremengen, durch Gärung aus den Kölbchen entwickelt in g.

	nach 3 Tagen		nach 6 Tagen		nach 8 Tagen		nach 10 Tagen	
Lösung A (mit KCl) ohne Erdezusatz	0·128 0·285	0·206	0·228 0·727	0·477	0·415 1·073	0·744	0·673 1·664	1·169
Lösung B (ohne KCl) ohne Erdezusatz	0·286 0·477	0·382	0·741 ?		1·069 1·941	1·505	1·510 2·535	2·022
Lösung A + 10 g kalireiche Erde	0·738 0·864	0·801	2·273 2·518	2·395	3·156 3·540	3·348	3·968 4·279	4·123

Lösung B + 10 g kalireiche Erde	0·723 / 0·563	0·643	2·585 / 2·371	2·478	3·476 / 3·287	3·387	3·857 / 3·761	3·809
Lösung A + 10 g kaliarme Erde	1·090 / 1·272	1·161	2·745 / 3·167	2·956	3·536 / 3·866	3·701	3·731 / 4·073	3·902
Lösung B + 10 g kaliarme Erde	1·499 / 0·948	1·223	3·487 / 2·680	3·083	3·786 / 3·639	3·709	3·869 / 4·232	4·060

Aus diesen Zahlen wurden die Zahlen der nachfolgenden Tabelle berechnet, welche den Verlauf der Gärungsenergie während der Dauer des Versuches veranschaulichen.

TABELLE II.

Kohlensäuremengen, in 24 Stunden durch Gärung entwickelt.

	1., 2., 3. Tag.		4., 5., 6. Tag.		7., 8. Tag.		9., 10. Tag.	
Lösung A (mit KCl) ohne Erdezusatz	0·043 / 0·095	0·069	0·033 / 0·147	0·090	0·094 / 0·173	0·133	0·129 / 0·296	0·212
Lösung B (ohne KCl) ohne Erdezusatz	0·095 / 0·159	0·127	0·151 / ?		0·164 / —		0.220 / 0·297	0·258
Lösung A + 10 g kalireiche Erde	0·246 / 0·288	0·267	0·512 / 0·551	0·532	0·441 / 0·511	0·476	0·406 / 0·370	0·388
Lösung B + 10 g kalireiche Erde	0·241 / 0·188	0·214	0·621 / 0·603	0·612	0·447 / 0·458	0·453	0·190 / 0·236	0·213
Lösung A + 10 g kaliarme Erde	0·350 / 0·424	0·387	0·565 / 0·632	0·598	0·095 / 0·350	0·373	0·098 / 0·104	0·101
Lösung B + 10 g kaliarme Erde	0·500 / 0·316	0·408	0·663 / 0·577	0·620	0·147 / 0·480	0·313	0·044 / 0·296	0·170

Aus den Zahlen dieser beiden Tabellen ist zunächst zu entnehmen, daß es im obigen Versuche nicht gelungen ist, sich aus dem Verlaufe der Gärung irgend ein Urteil über den Kalireichtum des der Lösung zugesetzten Bodens zu bilden, da die Gärung überhaupt nicht auf Kalizusatz zur Lösung positiv reagierte. Offenbar waren die benutzten Materialien, insbesondere die Glykose (Mercks reiner Traubenzucker) nicht rein genug, so daß die Lösung auch ohne besonderen Kalizusatz für die normale Gärung ganz ausrei-

chende Mengen dieses Elementes enthielt. In dieser Hinsicht muß also obiger Versuch als mißlungen betrachtet und mit wirklich reinen Materialien wiederholt werden. Aber dieser mißlungene Versuch hat in anderer Hinsicht ein höchst interessantes und ganz unerwartetes Resultat ergeben: er hat nämlich gezeigt, daß der Erdezusatz, ganz unabhängig davon, ob der Lösung Kali zugegeben wurde oder nicht, ob die Erde aus der kaliarmen oder der kalireichen Parzelle stammte, auf den Verlauf der Gärung außerordentlich günstig wirkte. Diese günstige Wirkung der zugesetzten Erde konnte nicht durch die darin enthaltenen Mineralstoffe verursacht werden, da ja diese, namentlich in der Lösung A, ohne Ausnahme reichlich vorhanden waren; auch konnten sie nicht von dem Stickstoff der zugesetzten Erde herrühren, weil die Lösung Asparagin enthielt; endlich können hier auch die Mikroorganismen der zugesetzten Erde diese Wirkung nicht hervorgebracht haben, da die Kölbchen nach Zusatz von Erde sterilisiert worden waren. Infolgedessen konnte man daran denken, daß der günstige Einfluß des Erdezusatzes auf die Gärung auf dessen Gehalt an Humusstoffen zurückzuführen ist, ähnlich wie es sich in den Versuchen Krzemieniewski's für den Einfluß des Erdezusatzes auf die Entwicklung des Azotobakters herausgestellt hat. Demnach war es angezeigt zu versuchen, ob auch die aus der Erde isolierten Humusstoffe ähnlich wie die Erde selbst auf den Verlauf der Gärung wirken werden. Dies sollte der folgende Versuch entscheiden.

Versuch II.

7 Versuchskölbchen wurden mit je 100 ccm Nährlösung A beschickt, 3 von ihnen erhielten keinen weiteren Zusatz, 2 je 10 g Erde und 2 je 0·1 g humussauren Natron. Sämtliche Kölbchen wurden sterilisiert, mit ganz kleiner Menge reiner Hefekultur infiziert und in den Thermostat bei 28° C. gestellt[1]). Daneben standen auch 2 sterilisierte, nicht infizierte Kölbchen mit je 100 ccm gleicher Lösung, welche zur Bestimmung der Wasserverdunstung aus den Nährlösungen dienten. Die ermittelten Verdunstungszahlen wurden wie im vorigen Versuch von den Gewichtsverlusten der Ver-

[1]) Die Temperatur während dieses Versuches war nicht ganz konstant, weil zwischen dem 9. und 10. Tag die Flamme im Thermostat infolge einer eingetretenen Störung in der Wirkung des Thermoregulators erlosch.

suchskölbchen in Abzug gebracht und die Differenzen als Maßstab der Gärung betrachtet. In Tabelle III sind die auf diese Weise korrigierten Zahlen zusammengestellt, welche die durch Gärung ausgeschiedenen Kohlensäuremengen bezeichnen.

TABELLE III.

Kohlensäuremengen, durch Gärung aus Kölbchen entwickelt in g.

	nach 3 Tagen		nach 6 Tagen		nach 9 Tagen		nach 10 Tagen		nach 11 Tagen	
Lösung mit	0·269		0·476		0·721		0·804		—	
Asparagin ohne	0·138	0·185	0·253	0·335	0·430	0·546	0·513	0·628	0·611	
Erdezusatz	0·148		0·276		0·485		0·569		0·686	
Lösung mit Aspa-	0·267		1·175		2·299		2·673			
ragin + 10 g		0·444		1·487		2·700		3·080		
Erdezusatz	0·621		1·179		3·100		3·488		3·949	
Lösung mit Aspa-	0·488		1·553		2·788		3·197		3·755	
ragin + 0·1 g		0·445		1·456		2·601		2·987		3·547
humussaur. Natron	0·402		1·346		2·415		2·777		3·339	

Aus diesen Zahlen wurden die Zahlen der folgenden Tabelle berechnet, welche den Verlauf der Gärungsenergie während der Dauer des Versuches veranschaulichen.

TABELLE IV.

Kohlensäuremengen, in 24 Stunden durch Gärung entwickelt.

	1., 2., 3. Tag		4., 5., 6. Tag		7., 8., 9. Tag		10. Tag		11. Tag	
Lösung mit	0·089		0·069		0·081		0·082		-	
Asparagin ohne	0·046	0·061	0·038	0·050	0·059	0·070	0·083	0·083	0·098	0·108
Erdezusatz	0·049		0·043		0·070		0·083		0·117	
Lösung mit	0·089		0·303		0·408		0·374		—	
Asparagin und		0·148		0·348		0·421		0·381		
Erdezusatz	0·207		0·393		0·434		0·387		0·462	
Lösung mit Aspa-	0·163		0·355		0·412		0·409		0·559	
ragin und humus-		0·148		0·335		0·384		0·386		0·560
saurem Natron	0·134		0·315		0·356		0·362		0·562	

Zur Kontrolle dieser durch Gewichtsverminderung der Kölbchen für die Gärungsenergie erhaltenen Resultate wurden noch am Schluß des Versuches die Lösungen jedes einzelnen Kölbchens der Destillation unterworfen, die Destillate gewogen und in denselben durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes Alkohol bestimmt. In folgender Tabelle sind einerseits die durch Gewichtsverluste ermittelten Mengen der entwichenen Kohlensäure, anderseits die in den

Lösungen unmittelbar gefundenen Alkoholmengen nebeneinander zusammengestellt.

TABELLE V.

		Kohlensäure, entwickelt in g	Alkohol, gefunden in g
Lösung ohne Zusatz	1	—	0·320
	2	0·611	0·367
	3	0·686	0·390
„ mit 10 g Erdezusatz	1	2·673	2·640
	2	3·949	3·329
„ mit 0·1 g humussaurem Natron	1	3·755	3·23
	2	3·339	3·0065

Aus diesen Zahlen ist zu entnehmen, daß die ermittelten Alkoholmengen durchwegs etwas kleiner gefunden wurden, als es nach den ermittelten Gewichtsverlusten der Lösungen zu erwarten wäre. Dieses Resultat war ohne Zweifel durch die durchaus nicht einwandsfreie Methode der Abschätzung der Wasserverdunstung aus den Nährlösungen bedingt. Es ist ja selbstverständlich, daß in den gärenden Flüssigkeiten die Verdunstung etwas größer sein konnte als in den Kontrollkölbchen, und zwar nicht nur infolge der Begünstigung der Verdunstung durch das Entweichen der Kohlensäurebläschen, sondern auch aus diesem Grunde, weil die Glykoselösung infolge der Gärung sich immer mehr verdünnte, wodurch sie rascher verdunsten mußte als die konzentriertere Lösung der Kontrollkölbchen. Man hat demnach die Verdunstung, namentlich bei weiter fortgeschrittener Gärung, wahrscheinlich zu niedrig abgeschätzt, wodurch wieder die Zahlen für die entwichene Kohlensäure zu hoch ausfielen. Dies beeinflußt aber nicht im geringsten die Richtigkeit des Hauptresultates unseres Versuches. Es handelte sich ja in diesem Versuche durchaus nicht um eine genaue Ermittelung der bei der Gärung entwichenen Kohlensäuremengen, sondern nur um annähernde Abschätzung der Gärungsenergie in den Lösungen mit oder ohne Zusatz von Erde, bezw. von Humusstoffen. Die angegebenen Zahlen, sowohl diejenigen, welche annähernd die Mengen der entwichenen Kohlensäuremengen bezeichnen sollen, wie auch die viel genaueren, welche durch unmittelbare Bestimmungen des gebildeten Alkohols gewonnen wurden, lassen nicht den geringsten Zweifel zu, daß der Zusatz von Erde, bezw. des humussauren Na-

trons zu den Nährlösungen einen in hohem Grade beschleunigenden Einfluß auf Alkoholgärung, also auch auf Hefeentwicklung ausgeübt hat. Es drängt sich nun selbstverständlich die Frage auf, wie man sich die Wirkung der Humusstoffe auf Entwicklung der Hefe und auf alkoholische Gärung zu erklären hat. Es wäre denkbar, wenn auch nicht wahrscheinlich, daß die Humusstoffe eine besonders gute, dem Asparagin überlegene Stickstoffquelle für die Hefe bilden, oder daß man hier mit einer ähnlichen, vorläufig noch rätselhaften Wirkung der Humusstoffe, wie sie von Krzemieniewski für Azotobakter nachgewiesen wurde, zu tun hat. Um dieser Frage näher zu treten, wurde noch folgender Versuch ausgeführt.

Versuch III.

6 Versuchskölbchen wurden mit je 100 ccm der Nährlösung A beschickt. Von denselben erhielten 2 keinen weiteren Zusatz, 2 erhielten je 10 g Erde und 2 je 0·1 g humussauren Natron. Außer diesen 6 Kölbchen wurden noch 3 mit einer Nährlösung ohne Asparagin beschickt (auch je 100 ccm), von denen in zwei dieses durch je 0·1 g humussauren Natron, in einem durch 10 g Erde ersetzt wurde. Alle Kölbchen wurden sterilisiert und mit einem großen Tropfen dicker Hefeemulsion in Bierwürze infiziert. Hier wurde also eine verhältnismäßig sehr reiche Hefeinfektion vorgenommen. Wie in den vorigen Versuchen wurden auch hier zwei nicht infizierte Kölbchen zur Bestimmung des Verlaufes der Verdunstung der Versuchslösungen während des Versuches in den Thermostat gestellt. Die Resultate des Versuches in bezug auf die Kohlensäureentweichung sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

TABELLE VI.

Kohlensäuremengen, durch Gärung aus Kölbchen entwickelt in g.

	nach 2 Tagen		nach 3 Tagen		nach 4 Tagen		nach 10 Tagen	
Lösung mit Asparagin und 0·1 g humussaurem Natron	1·444	1·116	2·628	2·379	3·958	3·660	4·763	4·444
	0·789		2·131		3·362		4·125	
Lösung mit Asparagin allein	0·603	0·718	1·468	1·706	2·386	2·735	3·840	3·853
	0·833		1·944		3·084		3·867	
Lösung mit Asparagin und Erde	0·841	0·850	1·927	1·986	3·038	3·073	3·514	3·764
	0·859		1·946		3·108		4·015	

Lösung mit 0·1 g humussaurem Natron allein	0·101	0·121	—		—		0·488	0·472
	0·140						0.436	
Lösung mit Erde allein	0·058		—		—		0·258	

TABELLE VII.

Kohlensäuremengen, in 24 Stunden durch Gärung entwickelt.

	1., 2. Tag		3. Tag		4. Tag			
Lösung mit Asparagin und 0·1 g humussaurem Natron	0 722	0·558	1·184	1·263	1·330	1·280	0·134	0·131
	0 394		1·343		1·231		0·127	
Lösung mit Asparagin allein	0·301	0 359	0 866	0·988	0·918	1·029	0·242	0·186
	0·416		1·111		1·141		0·134	
Lösung mit Asparagin und Erde	0·420	0·425	1·086	1·087	1·111	1·137	0·079	0·115
	0·429		1·087		1·163		0·151	
Lösung mit humussaurem Natron allein	0·051	0·060	—		—		0·048	0·044
	0·070						0·040	
Lösung mit Erde allein	0 029		—		—		0·025	

Aus diesem Versuche ist zunächst zu entnehmen, daß bei einer sehr reichen Impfung der Lösung mit Hefe die Unterschiede zwischen der Gärung in den Lösungen mit oder ohne Humusstoffe bedeutend kleiner ausfallen als bei einer Impfung mit sehr kleiner Hefemenge, und zwar aus diesem Grunde, weil bei reicher Impfung auch in den Lösungen ohne Humusstoffe die Gärung verhältnismäßig rasch verläuft.

In den Lösungen, in welchen man das Asparagin weggelassen und es durch eine bestimmte Menge Erde oder humussauren Natron als Stickstoffquelle ersetzt hat, trat eine verhältnismäßig nur sehr schwache Gärung ein, was deutlich beweist, daß die Humussubstanzen, als Stickstoffquelle benutzt, Asparagin nicht zu ersetzen vermögen. Daraus ist aber der weitere Schluß zu ziehen, daß die eminent günstige Wirkung der Humusstoffe auf die Entwicklung der Hefe (namentlich bei spärlicher Hefeaussaat) nicht auf eine besonders vorteilhafte Stickstoffernährung durch diese Substanzen zurückzuführen ist. Es ist viel eher anzunehmen, daß die Humussubstanzen die Entwicklung der Hefe und Alkoholgärung auf eine ähnliche, zur Zeit noch rätselhafte Weise beschleunigen, wie sie

das in bezug auf die Entwicklung des Azotobakters und der Stickstoffbindung durch denselben tun.

Die Resultate dieser kleinen vorläufigen Notiz lassen sich also in folgenden Punkten zusammenfassen:

1) Die Humusstoffe der Ackererde sind imstande, einen sehr günstigen Einfluß auf die Entwicklung der Hefe und auf Alkoholgärung in einer aus Wasser. Glykose. Asparagin und Mineralstoffe bestehenden Lösung auszuüben.

2) Dieser günstige Einfluß äußert sich insbesondere sehr deutlich dann. wenn es sich um Entwicklung der Hefe aus einer sehr kleinen Aussaatmenge handelt, bei einer reicheren Hefeaussaat entwickelt sich die Hefe auch in humusfreier Lösung gut, so daß dann die Wirkung der Humusstoffe zwar nicht unterbleibt. aber weniger deutlich hervortritt.

3) Der günstige Einfluß der Humusstoffe auf Hefeentwicklung und alkoholische Gärung ist nicht auf den unmittelbaren Nährwert der Humusstoffe zurückzuführen. sondern muß wahrscheinlich der zur Zeit noch rätselhaften Wirkung dieser Stoffe auf die Entwicklung des Azotobakters und der Stickstoffbindung an die Seite gestellt werden.

Agrikulturchemisches Laboratorium der Jagellonischen Universität in Krakau.

---

31. *Wpływ błon i przegród na siły elektromotoryczne. — Einfluß von Membranen und Diaphragmen auf elektromotorische Kräfte.* Mémoire de MM. **NAP. CYBULSKI** m. t. et **J. DUNIN-BORKOWSKI.**

Es ist eine längst bekannte Tatsache [1], daß die elektromotorischen Kräfte der Flüssigkeits- und Konzentrationsketten Veränderungen erfahren, wenn zwischen die Flüssigkeiten der Kette Membranen oder andere Stoffe eingeschaltet werden. Diese Wirkungen haben aber besondere Bedeutung gewonnen, seitdem man begonnen hatte. die elektrischen Erscheinungen in den Geweben als Ströme zu betrachten, welche von den elektromotorischen Eigenschaften der

[1]) Worm-Müller, Poggendorffs Annalen. Bd. **140,** S. 116. 1870. Grünhagen. Elektromotorische Wirkungen der Gewebe, 1873.

in den lebenden Geweben vorhandenen oder unter gewissen Umständen erzeugten Lösungen abhängig sind.

Bernstein[1]) war der erste, welcher unter der Voraussetzung, daß die Muskelströme als Konzentrationsströme aufzufassen seien und sich somit der Nernst'schen Regel fügen, streng konsequent zu der Überzeugung gekommen ist, daß einerseits der Muskel selbst, andererseits die Elektrode oder die den Muskelstrom ableitende Flüssigkeit sich durch verschiedene Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen auszeichnen müssen. da nur unter Erfüllung dieser Bedingung eine Stromerzeugung überhaupt möglich erscheint. Tschagowetz[2]), Cybulski[3]) und später Brünnigs[4]) haben auf experimenteller Grundlage den Beweis erbracht, daß bei allen asymmetrischen Systemen tatsächlich Ströme erzeugt werden, deren Intensität durch die Natur sowohl der Lösungen wie auch der Diaphragmen bedingt ist. Cybulski hat auf Grund seiner im Jahre 1903 ausgeführten Experimente, in denen er die Stromrichtung bei der durch Gelatineeinschaltung erzeugten Asymmetrie $\{H_2SO_4\ {}^1/_{100}\ (H_2SO_4\ {}^1/_{10})$ Gelatine $(H_2SO_4\ {}^1/_{100})\}$ berücksichtigte, die Meinung ausgesprochen, daß unter diesen Umständen die Stromerzeugung durch die herabgesetzte Wanderungsgeschwindigkeit des Kations in der Gelatine verursacht ist. Keiner von den genannten Forschern hat sich indessen näher mit dieser Erscheinung befaßt, obgleich Tschagowetz und noch mehr Brünnigs derselben ein besonderes Gewicht zuzuschreiben geneigt sind. Brünnigs will sogar dieses System mit dem Spezialnamen einer diosmotischen Kette bezeichnen.

In unserer Arbeit haben wir uns die Aufgabe gestellt, die Veränderungen der elektromotorischen Kräfte in 3 Kettentypen zu untersuchen, und zwar: 1) in der in bezug auf Kation reversiblen, 2) in der in bezug auf Anion reversiblen und 3) in der gewöhnlichen Flüssigkeitskette unter der Wirkung von Einschaltung von gewissen bestimmten Diaphragmen. (Selbstverständlich waren alle Kettentypen aus einer und derselben Lösung zusammengesetzt). Es

[1]) Pflügers Archiv. Bd. 92, S. 521. 1902.

[2]) Newrologitscheskij Wiestnik. Bd. I, H. 6 und Otscherk Elektritscheskich Jawlenij, Petersburg 1903.

[3]) Ein Beitrag zur Theorie der Entstehung der elektrischen Ströme. *Bull. de l'Académie d. Sc. de Cracovie,* 1903, S. 622.

[4]) Pflügers Archiv, Bd. 100, S. 377. 1903.

wurden diese Kettentypen deswegen gewählt, weil sie die Anwendung der Nernst'schen Gleichungen gestatten, aus welchen sich jeder einzelne Potentialsprung berechnen läßt, so daß es möglich wird zu untersuchen, inwiefern in diesen Erscheinungen eine Konstanz, eine Regelmäßigkeit besteht. Derartige Berechnungen sind selbstverständlich mit irgend welcher Genauigkeit bei Anwendung von gewöhnlichen physiologischen Elektroden, wie es Tschagowetz getan hat, unausführbar.

Untersuchungsmethode.

Die elektromotorische Kraft der Ketten wurde mit der Kompensationsmethode nach Poggendorff gemessen. Die Stromstärke des Kompensationsstromes ist mit Hilfe des Siemens'schen Ampèremeters bestimmt worden; sie wurde so gewählt, daß 1 mm der Rheochordskala 0·0001 Volt entsprach; diese Einstellung erleichterte bedeutend die Bestimmung der elektromotorischen Kraft, weil die zur Kompensation notwendige Millimeterzahl des Rheochords unmittelbar in 0·0001 Volt abgelesen werden konnte. Die Empfindlichkeit des Galvanometers betrug $5 \cdot 10^{-10}$. Selbstverständlich wurde sowohl die Empfindlichkeit des Galvanometers wie der Rheochordwiderstand im Laufe der Versuche kontrolliert. Besonderes Gewicht wurde auf die Reinheit der Reagentien gelegt. Diese wurden sämtlich von Kahlbaum bezogen und dreifach kristallisiert. Die Natronlauge wurde aus metallischem Natrium bereitet. Die HCl-Lösungen wurden folgendermaßen bereitet: Zur reinen Salzsäure wurde konzentrierte Schwefelsäure gegossen; das sich entwickelnde HCl-Gas wurde durch eine Waschflasche in dreifach destilliertes Wasser geleitet und der Titer mit $AgNO_3$ bestimmt. (Wägen im Gooch'schen Tiegel).

Die Kalomelelektroden (Fig. 1) wurden nach Ostwald unter Berücksichtigung aller Kautelen hergestellt: $Hg_2\,Cl_2$ wurde mit der betreffenden Salzlösung verrieben; aus so vorbehandeltem, dreifach gewaschenem Kalomel hergestellte gesättigte Lösung wurde für die Elektroden verwendet. Die Gaselektroden (Fig. 2) bestanden aus Platinblechstückchen von der Größe 2×1, welche mit in die Glasröhre mit Quecksilber *(b)* eingeschmolzenem Platindraht befestigt waren. Die Platinblechstückchen waren mit Platinschwarz überzogen. Wasserstoff wurde im Kipp'schen Apparat entwickelt und durch das Röhrchen *(a)* in die in der Elektrode *(A)* befindliche Flüssig-

keit geleitet und in $KMnO_4$, NaOH und in der Elektrodenflüssigkeit gewaschen. Vor Gebrauch wurden die Elektroden zwei Stunden lang mit Wasserstoff gesättigt und erst dann zum Versuch verwendet, wenn mehrfach wiederholte Messungen stets eine und dieselbe elektromotorische Kraft ergaben. Wenn es sich um Bestimmung der elektromotorischen Kraft einer normalen Elektrode von einem

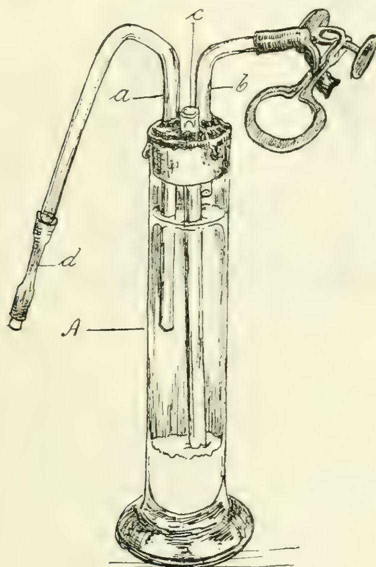


Fig. 1.

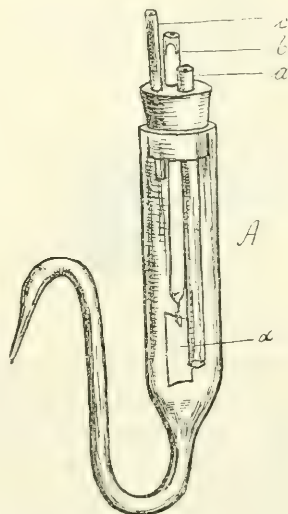


Fig. 2.

gewissen Typus handelte, wurden die untersuchten Lösungen in 2 vertikale, 10 cm lange und 1 cm breite Röhrchen gebracht, welche durch ein doppelt gebogenes Röhrchen ⌈‾⌉ von $1^1/_2$ mm Weite untereinander verbunden waren; selbstverständlich waren mit diesem Röhrchen die mit gleichnamigen Lösungen gefüllten Elektroden verbunden. Wo es darauf ankam, Membranen zwischen die Lösungen einzuschalten, verwendeten wir besonders zu diesem Zwecke konstruierte Röhrchen, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist. Die kurzen Arme der beiden Röhrchen waren in dicht gegeneinander geschliffenen Kautschukplättchen befestigt. Zwischen diesen zwei Platten wurde die betreffende Membran (Fischblase, Pergamentpapier) gebracht und die beiden Platten mittels zwei Schraubenklemmen aneinander gedrückt, so daß ein absolut dichter Verschluß zwischen den beiden Röhrchen erzeugt wurde, da sie nur durch die betref-

fende Membran voneinander getrennt waren. Dann wurde das eine Röhrchen mit der einen, das andere mit der anderen Lösung gefüllt und mit den entsprechenden Elektroden in Verbindung gebracht. Sollte Gelatine als Diaphragma eingeschaltet werden, dann wurde in ein am anderen Ende mit einer Glasplatte abgesperrtes

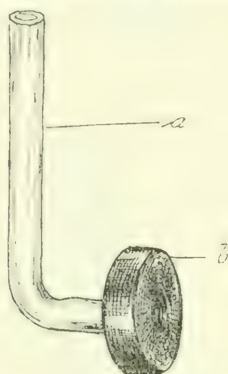


Fig. 3.

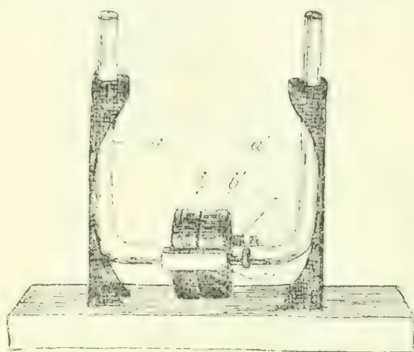


Fig. 4.

Röhrchen 10% angewärmte Gelatinelösung gegossen; nach dem Erstarren wurde die Glasplatte entfernt und die beiden Gummiplättchen aneinander gedrückt. Die gewöhnliche Dicke der Gelatineschicht betrug 3 cm. Bei Anwendung von Hühnereiweiß wurde ein *U*-förmig gebogenes Röhrchen von derselben Weite genommen. Zunächst wurde das Eiweiß und dann die beiden Lösungen gegossen. Das Eiweiß wurde durch Versenken in kochendes Wasser zur Gerinnung gebracht. Die Dissoziation wurde nach den Tabellen von Kohlrausch[1]) berechnet.

Versuche.

Konzentrationskette, Typ. I, Nr. I.

TAB. I. $t = 22^0$.

H_2 | HCl $^1/_{10}$ | HCl $^1/_{100}$ | H_2	=	0·0195	Volt.
Fischblase	=	0·0263	„
Eiweiß	=	0·0471	„
Gelatine	=	0·0635	„
Pergamentpapier . . .	=	0·0148	„

[1]) Kohlrausch, Das Leitvermögen der Elektrolyte, 1898.

Der elektromotorischen Kraft der oben genannten Kette entspricht die folgende Nernst'sche Formel:

$$E = RTln\frac{C}{c_1} + \frac{u-v}{u+v}RTln\frac{c_1}{c_2} - RTln\frac{C}{c_2} = \qquad (1)$$
$$= RTln\frac{c_2}{c_1} + \frac{u-v}{u+v}RTln\frac{c_1}{c_2} = \frac{2v}{u+v}RTln\frac{c_2}{c_1}\ .$$

u bedeutet die Wanderungsgeschwindigkeit des Kations, v — die des Anions, R — die Gaskonstante, T — die absolute Temperatur, C — den elektrolytischen Lösungsdruck des Metalls, c_1 und c_2 — die Konzentrationen der Lösungen ($c_1 > c_2$).

Die nach dieser Formel berechnete elektromotorische Kraft der Kette Typ. I, Nr. 1 beträgt 0·0202 V; die unmittelbar bestimmte 0·0195. Die Differenz also zwischen der berechneten und der bestimmten Größe beträgt kaum 0·0007 V. Die elektromotorische Kraft der normalen Kette (ohne jede Membraneinschaltung) setzt sich zusammen, wie wir eingangs erwähnt haben, aus drei Potentialunterschieden: aus zwei Potentialsprüngen an den Elektroden (Elektrodenpotentiale) und einem an der Berührungsstelle zwischen den beiden verschiedenen Lösungen. [Wir wollen das letztgenannte als Diffusionspotential (Kontaktpotential) bezeichnen]. Die beiden ersten sind bedingt durch die Eigenschaften des Metalls (C) und durch die Konzentrationen der Lösungen, der dritte durch die Konzentrationen der Lösungen und durch die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen des benutzten Stoffes.

Es ist klar und unterliegt keinem Zweifel, daß nach Einschaltung von Membranen zwischen die Lösungen in dieser Kette die Elektrodenpotentiale keine Veränderung erfahren können, so daß die Veränderung von E, ihre Zu- oder Abnahme unter dem Einfluß der eingeschalteten Membran ausschließlich und allein von dem Diffusionssprung abhängig sein kann. Wenn nun:

$$E = 0{\cdot}0195 \text{ Volt} = e + e_1 \text{ (Tab. I)},$$

$$e = RTln\frac{c_2}{c_1}$$

$$\text{und } e_1 = \frac{u-v}{u+v}RTln\frac{c_1}{c_2}, \qquad (2)$$

dann wird das Elektrodenpotential $e_1 = -0{\cdot}0590$ Volt; also das Kontaktpotential $e = E - e_1 = -0{\cdot}0195 - (-0{\cdot}0590) = 0{\cdot}0395$ Volt.

Wenn wir dieselbe Berechnung auf den Fall anwenden, wo zwischen die beiden Lösungen eine Blasenmembran eingeschaltet wurde und wo $e_b = -0{\cdot}0263 - (-0{\cdot}0590) = 0{\cdot}0327$ Volt ist, dann sehen wir, daß der Diffusionspotentialsprung eine Abnahme aufweist, und zwar daß zwischen den Potentialsprüngen vor und nach der Membraneinschaltung folgendes Verhältnis besteht:

$$\frac{e_1}{e_b} = 1{\cdot}2\,.$$

Wenn wir von der Voraussetzung ausgehen, daß die Nernstsche Formel auch auf die membranhaltigen Ketten angewendet werden kann, dann müssen wir annehmen, daß die Ab- und Zunahme von E mit einer Veränderung der Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen nach der Membraneinschaltung zusammenhängt, so daß wir anstatt u und v nunmehr mit u_x und v_x zu tun haben, da sonst $\frac{e_1}{e_b} = 1$ sein müßte.

Wir wissen schon, daß folgendes Verhältnis besteht:

$$\text{(3 a)} \qquad \frac{e_1}{e_b} = \frac{\frac{u-v}{u+v}\,RTln\,\frac{c_1}{c_2}}{\frac{u_x-v_x}{u_x-v_x}\,RTln\,\frac{c_1}{c_2}} = 1{\cdot}2\,.$$

Wenn das Verhältnis $\frac{e_1}{e_b}$ für die Blasenmembran eine konstante Größe darstellt, dann können wir, wenn wir eine andere Kette mit

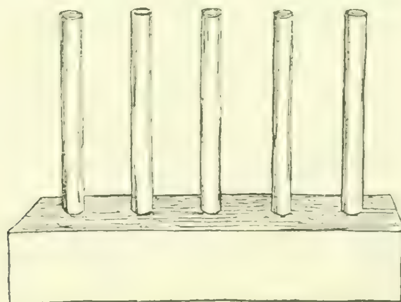
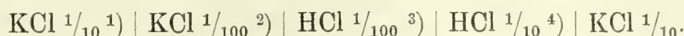


Fig. 5.

einem anderen Potential nehmen, mit Hilfe dieser Größe sowohl die Stromrichtung wie den Betrag der Veränderung von E in die-

ser neuen Kette neben der unmittelbaren Beobachtung berechnen. Nehmen wir z. B. eine sogenannte Flüssigkeitskette. welche ebenfalls HCl, und zwar in gleichen Konzentrationen wie die erste Kette enthält [1]):



KCl $^1/_{10}$ [1]) | KCl $^1/_{100}$ [2]) | HCl $^1/_{100}$ [3]) | HCl $^1/_{10}$ [4]) | KCl $^1/_{10}$.

Die elektromotorische Kraft dieser Kette beträgt 0·0374 Volt; wenn wir zwischen die HCl-Lösungen eine Fischblase einschalten, wird $E = 0{\cdot}0305$ Volt. In dieser Kombination haben wir gar nicht mit Elektrodenpotentialen zu tun. E ist lediglich von den Sprüngen (1) und (3) abhängig. Diese Sprünge lassen sich nach der folgenden Formel berechnen:

$$E = \left(\frac{u - v}{u + v} - \frac{u_1 - v_1}{u_1 + v_1}\right) RTln\,\frac{c_1}{c_2} \tag{4}$$

$E = -\,0{\cdot}0002 - 0{\cdot}0386 = -\,0{\cdot}0388$ Volt.

E für Fischblase $= -\,0{\cdot}0002 - \left(\frac{0{\cdot}0386}{1{\cdot}2}\right) = -\,0{\cdot}0323$ Volt.

In dieser Berechnung bedeuten u und v die Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen von KCl, u_1 und v_1 von HCl. Unmittelbare, an der genannten Kette ausgeführte Messung ergab eine elektromotorische Kraft von — 0·0374 Volt; die Berechnung — 0·0388 Volt; nach Fischblaseneinschaltung — 0·0305 Volt; die Berechnung auf Grund des Verhältnisses $\frac{e_1}{e_b} = 1{\cdot}2$ (aus der Kette Nr. 1) ergab die Größe von — 0·0323 Volt, so daß der Unterschied zwischen der unmittelbar gefundenen und der berechneten Größe kaum 0·0018 Volt beträgt. Dieser geringfügige Unterschied beweist, daß die von uns gefundene Beziehung tatsächlich konstant ist. Diese Konstanz muß um so wichtiger erscheinen, da wir in einer Flüssigkeitskette annehmen, daß sich die Sprünge 2 und 4 gegenseitig aufheben, und obwohl in den beiden Versuchen dieselben Lösungen zur Anwendung gelangten, wir doch mit verschiedenen Stücken derselben Membran zu tun hatten, was voraussichtlich nicht ohne gewissen Einfluß auf das Versuchsergebnis bleiben konnte. Diese

[1]) Der Strom wurde mittels zwei Kalomelelektroden abgeleitet, welche KCl $^1/_{10}$ enthielten.

Konstanz der Beziehung $\frac{e_1}{e_{ii}}$, welche wir weiter auch für andere Kombinationen stets auftreten sehen werden, gab uns die Basis dazu, sie in anderer Gestalt auszudrücken, und zwar in Gestalt des Verhältnisses von Überführungszahlen der Ionen, wodurch diese Beziehung eine viel mehr umfassende und allgemeine Bedeutung bekommt. Auf Grund der Definition der Überführungszahl:

$$\frac{u-v}{u+v} = 1 - 2n, \tag{5}$$

wo n die Überführungszahl des negativen Ion bezeichnet, können wir, indem wir den Ausdruck (5) in die Gleichung (3) einführen, zur folgenden Beziehung gelangen:

$$\frac{1-2n}{1-2n_x} = 1{\cdot}2\,. \tag{6}$$

Da für HCl die Überführungszahl $n = 0{\cdot}172$ [1]) beträgt, können wir, indem wir diesen Wert in die Gleichung (6) einführen, n_x die Überführungszahl bei Blasenmembraneinschaltung berechnen, und zwar ist $n_x = 0{\cdot}226$.

Für die Fälle, wo die Messungen an den benutzten Ketten einen Wert von E ergeben, der dem theoretisch berechneten sehr annähernd gleich ist, lassen sich die Überführungszahlen auf eine andere viel einfachere Weise berechnen:

$$E = \frac{2v}{u+v} RTln\frac{c_2}{c_1} = 2n\,RTln\frac{c_2}{c_1},$$

da

$$RTln\frac{c_2}{c_1} = e\,.$$

so ist

$$n = \frac{E}{2e} \tag{7}$$

Derartige Berechnungen für die ganze Tab. I enthält Tab. II.

Wir ersehen aus Tab. II, daß nach Einschaltung der Membran (Blase, Eiweiß, Gelatine) das Diffusionspotential der Kette eine Abnahme aufweist; für die Gelatine wird es sogar negativ, d. h. daß

[1]) Kohlrausch, S. 201.

TAB. II.

	e_1	e_b	$\frac{e_1}{e_b}$	n
HCl	0·03950	—	—	0·172
Fischblase . . .	—	0·0328	1·20	0·221
Eiweiß	—	0·0119	3·32	0·397
Gelatine . . .	—	— 0·0045	— 8·55	0·535
Pergamentpapier	—	0·0442	0·89	0·126

die Wasserstoffionen in der Gelatine eine geringere Wanderungsgeschwindigkeit als die Chlorionen besitzen. Die einzige Ausnahme bildet das Pergamentpapier; hier nimmt das Diffusionspotential zu, woraus selbstverständlich geschlossen werden muß, daß im Pergamentpapier umgekehrt wie in der Gelatine die Wanderungsgeschwindigkeit der Chlorionen eine Abnahme aufweist, da es überhaupt nur schwer ginge anzunehmen, daß irgend welche Faktoren eine Zunahme der Wanderungsgeschwindigkeit verursachen könnten. Aus Tab. II ersehen wir gleichfalls, daß während der Einschaltung von Fischblase, Eiweiß und Gelatine die Konstante n zunimmt, bei Pergamentpapier dagegen unter ihren normalen Wert herabsinkt. Eine größere Versuchsreihe, die sowohl an denselben, wie auch an anderen Elektrodentypen, unter Anwendung der in oben genannter Weise gefundenen Konstante n für die Berechnung von E von uns ausgeführt wurde, beweist, daß die Nernst'sche Gleichung sich vortrefflich auf die Fälle anwenden läßt, wo Diaphragmen oder Membranen zwischen zwei Lösungen von verschiedener Konzentration eingeschaltet werden. Auf diese Weise war es uns möglich, den unmittelbar beobachteten Wert von E mit dem auf Grund von n berechneten bei Anwendung einer und derselben Membran zu vergleichen. Als Beispiel möge Tab. III dienen.

TAB. III.

Kettentypus I.

	E gef.		E berechnet
H_2 | HCl $^1/_{10}$ | HCl $^1/_{1000}$ | H_2	0·0385	Volt	0·0402
Fischblase	0·0545	„	0·0522

	E gef.		E berechnet
Eiweiß	0·0956	Volt	0·0945
Gelatine	0·1186	„	0·1254
Pergamentpapier . .	0·0360	„	0·0301
Ton	0·0608	„	($n = 0·259$)

Kettentypus II.

	E gef.		E berech.
Hg | Hg_2Cl_2 | HCl 1/10 | HCl 1/100 | Hg_2Cl_2 | Hg =	0·0964	Volt	0·0965
Fischblase	0·0850	„	0·0896
Gelatine	0·0631	„	0·0541
Pergamentpapier	0·1060	„	0·1180

Kettentypus III.

KCl 1/10 | KCl 1/100 | HCl 1/100 | HCl 1/10 | KCl 1/10	— 0·0374	Volt	0·0388
Fischblase	— 0·0305	„	— 0·0322
Eiweiß	— 0·0090	„	— 0·0120
Pergamentpapier . .	— 0·0400	„	— 0·0433
Ton	— 0·0260	„	— 0·0283
Gelatine . . . . . . =	+ 0·0148	„	+ 0·0090

Kettentypus IV.

HCl 1/10 | HCl 1/100 | HCl 1/10 . . .	0	Volt	0
Fischblase	0·0047	„	0·058
Pergamentpapier . .	— 0·0041	„	— 0·0047
HCl 1/100 | HCl/10 | HCl 1/100	0	Volt	0
Gelatine	0·0452	„	0·0424

Für den Kettentypus II (Kalomelkette) wurde E nach der folgenden Formel berechnet:

$$E = 2\,(1-n)\ 0·0002\ T \log 10,$$

für die beiden letzten Kettentypen nach der Formel:

$$E = \left(\frac{u-v}{u+v} - (1-2n)\right) . 0·0002\ T \log \frac{c_1}{c_2}\ ,$$

u und v bezeichnen für den Kettentypus III die Wanderungsgeschwindigkeiten von KCl, für den Kettentypus II von HCl. In der angeführten Tabelle ist neben der Übereinstimmung der un-

mittelbar beobachteten und der berechneten Werte noch besonders der Umstand hervorzuheben, daß in der Flüssigkeitskette bei Gelatineeinschaltung und in der asymmetrischen Kette (Typus IV) bei Pergamentpapiereinschaltung bei unmittelbarer Beobachtung die Stromrichtung und bei theoretischer Ableitung auch das Zeichen eine Umkehrung aufweisen.

Dieselbe Gesetzmäßigkeit weist eine Silbernitratkette auf.

TAB. IV.

	E		n
Ag $AgNO_3$ $^1/_{10}$ | $AgNO_3$ $^1/_{100}$ | Ag	0·0590 [1])	Volt	0·507
Fischblase	0·0725	„	0·650
Pergamentpapier . .	0·533	„	0·478
Gelatine	0·0675	„	0·623

Die in der zweiten Kolonne angegebenen Werte von n wurden zur Berechnung von E in der folgenden Kette benutzt:

KNO_3 $^1/_{10}$ | KNO_3 $^1/_{100}$ | $AgNO_3$ $^1/_{100}$ | $AgNO_3$ $^1/_{10}$ | KNO_3 $^1/_{10}$

	E gef. Volt	E ber.
	+ 0·0041	+ 0·0045
Fischblase	+ 0·0196	+ 0·0190
Pergamentpapier . .	— 0·0002	— 0·0004
Gelatine	+ 0·0054	+ 0·0158

Außer einer weitgehenden Übereinstimmung bei Einschaltung von Blasenmembran und Pergamentpapier sehen wir hier auch eine Divergenz bei Gelatineeinschaltung auftreten, welche in den früheren Kettentypen fehlte. Diese Tatsache erscheint uns leicht erklärlich, wenn wir berücksichtigen, daß Silbernitrat eine chemische Wirkung auf Gelatine ausübt; tatsächlich konnten wir bei den von uns benutzten Silbernitratkonzentrationen deutliche Trübungsspuren in der Gelatine sehen, welche am stärksten an der Berührungsstelle der Gelatine mit der Lösung auftraten.

Angesichts der gesetzmäßigen Abhängigkeit der Konstante n von den zwischen zwei HCl- sowie zwei $AgNO_3$-Lösungen eingeschalteten Diaphragmen war es interessant, das Verhalten von E und n in Natronlauge bei Anwendung derselben Membranen zu untersuchen.

[1]) E berechnet = 0·0588.

TAB. V.

	E		n
H_2 $NaOH_{0\cdot12}$ $NaOH_{0\cdot012}$ H_2 . .	0·0255	Volt	0·820
Fischblase	0·0355	„	0·682
Pergamentpapier	0·0320	„	0·719
Ton	0·0309	„	0·782
Gelatine	0·0445	„	0·601

	E gef.		E ber.
$NaCl^1{}_{10}$ $NaCl^1{}_{100}$ $NaOH^1{}_{100}$ $NaOH^1{}_{10}$ $NaCl^1{}_{10}$	0·0205	Volt	0·0255
Fischblase	0·0115	„	0·091
Pergamentpapier . . .	0·0113	„	0·0130
Ton	0·0115	„	0·0138
Gelatine	— 0·0029	„	— 0·0002

Da die NaOH enthaltenden Ketten zu den sehr inkonstanten gehören. darf die gefundene Übereinstimmung als vollkommen ausreichend betrachtet werden. umsomehr da bei Gelatineeinschaltung eine Übereinstimmung in der Umkehrung der Stromrichtung zwischen der Beobachtung und der Berechnung besteht.

Alle bis jetzt angeführten Versuche beweisen. daß im System Elektrolyt Diaphragma Elektrolyt die Überführungszahlen eine Veränderung erfahren. Bei den von uns angewandten Diaphragmen nahm fast immer die Überführungszahl vom Anion zu; eine Ausnahme bildet nur das Pergamentpapier. Derselbe Effekt wurde schon von Bein[1]) beobachtet. welcher auf elektrolytischem Wege die Zunahme der Überführungszahl im System Elektrolyt Fischblase Elektrolyt nachweisen konnte. Die Ergebnisse von Bein lauten folgendermaßen:

	n bei normal.	n bei Blaseneinschaltung
HCl	0·176	0·290
$CuSO_4$	0·645	0·788
KCl	0·505	0·531.

Wir haben in unseren Versuchen folgende Werte bekommen:

HCl	0·178	0·269 (Hg_2Cl_2-El.)
„	„	0·226 (H_2-Elektr.)
KCl	0·508	0·639.

Wir hatten die Absicht. unsere Ergebnisse mit den Zahlen von

[1]) Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. 28, 1898.

Bein auch in bezug auf $CuSO_4$ zu vergleichen; leider aber ergaben unsere Versuche bei Anwendung der beiden Kettentypen eine so geringe elektromotorische Kraft (viel geringer, als es auf Grund von theoretischen Berechnungen zu erwarten wäre), daß die Resultate gar nicht mitberücksichtigt werden konnten. Wie aus der oben angeführten Tabelle zu ersehen ist, stimmen qualitativ die Veränderungen von n für KCl und HCl vollkommen mit den Ergebnissen von Bein überein; was die quantitative Divergenz betrifft, so kann sie sowohl durch Unterschiede der Untersuchungsmethodik wie der jeweiligen Beschaffenheit der Fischblase erklärt werden. In seiner hier zitierten Arbeit befaßt sich Bein nicht näher mit der physikalischen Bedeutung der von ihm gefundenen Konstante; erst die Arbeiten von Nernst und Riesenfeld[1]) werfen ein gewisses Licht auf diese Erscheinung. Diese Autoren befassen sich zwar mit bedeutend einfacheren Fragen, indem sie die Veränderung der Konstante n im folgenden System untersuchen: Elektrolyt in Wasser | Phenol oder Nitrobenzol | Elektrolyt in Wasser. Unter Berücksichtigung des Einflusses der Konzentration in den beiden Phasen auf die elektrolytischen Erscheinungen kommen Nernst und Riesenfeld zur Formulierung der folgenden Gesetzmäßigkeit: „Der Elektrolyt diffundiert in die beiden Lösungsmittel nach Maßgabe des Teilungsverhältnisses und des Verhältnisses der Quadratwurzeln aus dem Diffusionskoeffizienten", d. h.:

$$\frac{m_1}{m_2} = K\sqrt{\frac{D_1}{D_2}}\ ,$$

wo m_1 und m_2 die durch den gegebenen Querschnitt in der Zeiteinheit diffundierenden Substanzmengen, D_1 und D_2 die Diffusionskonstanten in den beiden Lösungsmitteln, K die Verteilungskonstante von Elektrolyt zwischen beiden Lösungsmitteln bezeichnen. Die Verfasser weisen nach, daß wenn $K = \sqrt{\frac{D_1}{D_2}}$ viel größer als 1 ist, n die Überführungszahl in dem das flüssige Diaphragma bildenden Stoffe darstellt, wie dies in den Versuchen der Verfasser der Fall sein sollte.

Riesenfeld[2]) meint, daß die elektromotorische Kraft einer

[1]) Annalen der Physik, Bd. 8, S. 600, 1902.

[2]) Über elektrolytische Erscheinungen und elektromotorische Kräfte an der Grenzfläche zweier Lösungsmittel, Göttingen 1901.

derartigen Kette ausschließlich durch die Konzentration und die Überführungszahl der Elektrolyte im Diaphragma (das zweite Lösungsmittel) bedingt ist. Die elektromorische Kraft einer von Riesenfeld untersuchten Kette setzt sich aus 5 Potentialsprüngen zusammen:

$$E = RTln\frac{c}{c_1} + RTln\frac{k^+ \gamma}{c_1} + \frac{u-v}{u+v} RTln\frac{\gamma_1}{\gamma_2} +$$
$$+ RTln\frac{c_2}{k^+ \gamma_2} + RTln\frac{c_2}{c};$$

c_1 und c_2 bezeichnen die Kationkonzentrationen in Wasser, γ_1 und γ_2 dieselben in Phenol, k die Verteilungskonstante des Kation zwischen Wasser und Phenol. u und v die Wanderungsgeschwindigkeiten der Ionen im Phenol. Nehmen wir an, daß $\frac{c_1}{c_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$; dieser Fall findet statt, 1) wenn der Elektrolyt vollständig in den beiden Lösungsmitteln dissoziiert ist, 2) wenn er in dem einen Lösungsmittel vollständig, in dem anderen nur minimal dissoziiert ist. Dann wird die Summe der Sprünge (2) und (4) = 0, und die Gleichung lautet folgendermaßen:

$$E = \frac{2\,v}{u+v} RTlog\frac{c_1}{c_2} = 2\,n\,R\,Tlog\frac{c_1}{c_2}\;.$$

Zwar haben wir in unseren Versuchen zwischen die beiden Lösungen des Elektrolyts entweder einen festen oder einen kolloidalen Körper eingeschaltet, trotzdem aber spricht die Gesetzmäßigkeit der Ergebnisse unzweideutig dafür, daß diese Versuche wahrscheinlich die Bedingung $\frac{c_1}{c_3} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$ erfüllen müssen, d. h. daß die von uns erhaltenen Werte von n und $1-n$ tatsächlich die Überführungszahlen der Elektrolyte in den betreffenden Diaphragmen darstellen. Nernst und Riesenfeld benutzten für ihre Versuche ausschließlich Ketten vom Typus II (Kalomelketten) und haben gar nicht die erzielten Ergebnisse auf deren Konstanz hin geprüft. Wir sind nun der Meinung, daß unsere Versuche umsomehr die Nernstsche Theorie bestätigen und unterstützen, als sie eine Übereinstimmung für verschiedene Kettentypen aufweisen.

Den Ausgangspunkt für unsere Versuche bildete die Untersuchung der elektromotorischen Kräfte der lebenden Gewebe, da aber

die bis jetzt verwendeten Lösungen für Untersuchungen an lebenden Muskeln wenig geeignet waren, so haben wir noch eine Versuchsreihe mit KCl und NaCl unternommen, wobei wir neben den schon früher verwendeten Diaphragmen auch lebende, sowie in den letzten Versuchen durch Wärme erstarrte Muskeln untersuchten. Für diese Versuche benutzten wir die Ketten vom Typus II und III. Auf Grund der nach Einschaltung des einen oder des anderen Diaphragmas unmittelbar bestimmten elektromotorischen Kraft wurde n nach der folgenden Formel berechnet:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1-n}{1-n_x} \text{ [1]},$$

n bedeutet die normale Überführungszahl des Anions des untersuchten Elektrolyts, n_x die Überführungszahl nach Einschaltung des Diaphragmas

TAB. VI. $t = 24^0$.

		E		n
$Hg \mid Hg_2Cl_2 \; KCl^1/_{10} \mid KCl^1/_{100} \; Hg_2Cl_2 \; Hg$.		0·0545	Volt	0·508
	Fischblase	0·0400	„	0·639
	Gelatine	0·0480	„	0·567
	Pergamentpapier	0·0625	„	0·445
	Ton	0·0585	„	0·472
	Muskel I [2])	0·0625	„	0·445
	Muskel II [3])	0·0655	„	0·409
	Muskel III [4])	0·0512	„	0·538
	Muskel IV [5])	0·0490	„	0·558

[1]) $\frac{E_1}{E_2} = \frac{2(1-n)\, RTlog\frac{c_1}{c_2}}{2(1-n_x)\, RTlog\frac{c_1}{c_2}} = \frac{1-n}{1-n_x}$.

[2]) Muskelwand vom Bauch eines Frosches berührt mit der Innenseite die schwächere Lösung.

[3]) Muskelwand vom Bauch des Frosches berührt mit der Innenseite die stärkere Lösung.

[4]) Froschschenkel mit dem Querschnitt gegen die stärkere Lösung gerichtet: nach der Enthäutung der unteren Extremität wurde durch einen Schnitt im Knie der Unterschenkel vom Oberschenkel getrennt, dann durch einen zweiten das untere Drittel vom Oberschenkel abgeschnitten und mit dem Knie in ein von den in Fig. 4 abgebildetes Röhrchen geschoben.

[5]) Dasselbe Präparat umgekehrt eingeschoben.

Die in diesem Versuch eingeschalteten Diaphragmen wurden sofort nach Bestimmung von E ohne Wechsel der Lösungen in eine Flüssigkeitskette eingeschaltet, deren E wie in den früheren Tabellen einerseits unmittelbar beobachtet, anderseits auf Grund der in Tab. VI angegebenen Werte von n berechnet wurde.

TAB. VII. $t = 24^0$.

	E gef.	E ber.
KNO_3 1/10 KNO_3 1/100 KCl 1/100 KCl 1/10 KNO_3 1/10	+0·0014 V	+0·0023
Fischblase	+0·0164 „	+0·0173
Gelatine	+0·0085 „	+0·0095
Pergamentpapier . .	−0·0042 „	−0·0040
Ton	+0·0046 „	−0·0010
Muskel I	−0·0051 „	−0·0040
Muskel II	−0·0091 „	−0·0081
Muskel III	+0·0048 „	+0·0063
Muskel IV	+0·0050 „	+0·0085

Die zwei angeführten Tabellen mit KCl weisen mehrere interessante Einzelheiten auf: 1) Gelatine, welche in analogen Ketten mit Säure oder Natronlauge sehr stark die elektromotorische Kraft veränderte, beeinflußt sie bei KCl nur sehr wenig. 2) Ton, welcher bis jetzt keine Abweichungen aufwies, zeigt in der letzten Kette die frühere Regelmäßigkeit nicht mehr. Uns aber erschienen diese Versuche besonders interessant in bezug auf das Verhalten der Muskeln. Die in der Tabelle angeführten Zahlen beweisen, daß die Muskeln, obwohl sie sich ungleich je nach der Lagerung verhalten, im großen und ganzen dennoch eine bedeutsame Gesetzmäßigkeit bieten. Wenn als Diaphragma die ganze muskulöse Bauchwand des Frosches eingeschaltet wurde, indem der Strom in der Querrichtung die Muskelfasern durchströmte, verhielt sie sich ähnlich wie Pergamentpapier unabhängig davon, ob der Muskel einen Eigenstrom besaß oder nicht. Wurde aber der Muskel in der Längsrichtung durchströmt, wie dies in III und IV für den unteren Oberschenkelabschnitt der Fall war, dann wirkte der Muskel ähnlich wie Gelatine, so daß die elektromotorische Kraft eine Abnahme, im ersten Falle eine Zunahme erfuhr.

Versuche mit NaCl.

TAB. VIII.

		E		n
Hg | Hg_2Cl_2 $NaCl\ ^1/_{10}$ | $NaCl\ ^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 Hg		0·0390	Volt	0·617
	Fischblase	0·0261	„	0·775
	Gelatine	0·0380	„	0·627
	Pergamentpapier	0·0458	„	0·551
	Ton	0·0368	„	0·630
	Muskel I[1]	0·0618	„	0·393
	Muskel II	0·0532	„	0·478
	Muskel III	0·0546	„	0·464
	Muskel IV	0·0362	„	0·650
	Eiweiß flüssig	0·0435	„	0·573
	Eiweiß geronnen	0·0542	„	0·532

Tab. IX enthält nebeneinander die Ergebnisse der unmittelbaren Messung von E sowie deren Berechnung in der Flüssigkeitskette auf Grund der in Tab. VIII gefundenen Werte von n.

TAB. IX.

		E gef.		E ber.
KNO_3 | $KNO_3\ ^1/_{100}$ $NaCl\ ^1/_{100}$ $NaCl\ ^1/_{10}$ $KNO_3\ ^1/_{10}$		0·0110	Volt	0·0131
	Fischblase	0·0210	„	0·0238
	Gelatine	0·0100	„	0·0162
	Pergamentpapier . . .	0·0030	„	0·0060
	Ton	0·0080	„	0·0164
	Muskel I	— 0·0032	„	— 0·0197
	Muskel II	— 0·0021	„	— 0·0040
	Muskel III	— 0·0010	„	— 0·0013
	Muskel IV	+ 0·0138	„	+ 0·0183
	Eiweiß flüssig	+ 0·0041	„	+ 0·0046
	Eiweiß geronnen . . .	— 0·0050	„	— 0·0014

Obgleich die Versuche mit NaCl mehrfach wiederholt wurden, ergaben sie nicht die erwartete Übereinstimmung; trotzdem die Unterschiede zwischen Beobachtung und Berechnung mitunter bis 5 Millivolt erreichen, betrachten wir die Resultate als vollkommen zufriedenstellend. Diese Versuche haben aber noch ein bemerkens-

[1] Die Muskeln I. II. III. IV. wie in Tab. VI. und VII.

wertes Ergebnis geliefert, da sie die Ursache der Meinungsverschiedenheit zwischen Hittorff auf der einen und Bein, Riesenfeld und Nernst auf der anderen Seite erklären. Unsere Versuche beweisen nämlich, daß Gelatine so wenig die Überführungszahl der Salze beeinflußt, daß Hittorff[1]) vollkommen berechtigt war, auf Grund seiner Versuche, wo er $CdCl_2$ elektrolysierte, zu behaupten, daß die Überführungszahlen in der Gelatine unverändert bleiben. Diese Behauptung trifft aber in bezug auf andere Kolloide und Membranen nicht zu; wir haben nämlich eine Reihe von Beispielen gesehen, wo derartige Veränderungen ganz bestimmt auftreten, so daß in dieser Hinsicht Bein und Riesenfeld vollkommen Recht haben.

Wir haben oben bemerkt, daß die Versuche mit NaCl und KCl von uns zur Erklärung der Wirkung der als Diaphragmen eingeschalteten Muskeln vorgenommen wurden. Die zwei zuletzt angeführten Tabellen, wo neben anderen Diaphragmen auch Muskeln zur Anwendung gelangten, beweisen, daß lebende Muskeln zweifellos einen Einfluß auf die Überführungszahl ausüben, daß aber wenigstens bei Anwendung von NaCl die Veränderungen der Überführungszahl nicht ausschließlich durch den als Diaphragma eingeschalteten Muskel bedingt sind, sondern auch von der elektromotorischen Kraft des Muskelstromes abhängen. Als wir diese Versuchsreihe in Angriff nahmen, hatten wir tatsächlich Bedenken, ob es denn angesichts des bestehenden Eigenstromes des Muskels überhaupt möglich sei, die Überführungszahl im Muskel zu bestimmen. Natürlich muß sich der Eigenstrom des Muskels algebraisch mit dem Strom der Kette summieren und dessen elektromotorische Kraft E verändern; da wir aber auf Grund unmittelbarer Beobachtung von E n berechnen, so muß folglich dieser Wert durch zwei Faktoren bedingt sein, und zwar durch den Muskel als Diaphragma und durch den Muskel als Stromquelle. Wenn es sich also allein um Berechnung von n handelte, dann könnten wir nach Einschaltung des Muskels als Diaphragma nur diejenigen Fälle berücksichtigen, wo er von Eigenstrom frei wäre. Zum Nachweis des eventuellen Vorhandenseins des Eigenstromes diente die Lage des Muskels im Apparat, indem dieser Muskel zunächst mit der einen Seite, beziehungsweise mit dem einen Ende zur schwächeren

[1]) Hittorff, Annalen der Physik, Bd. 9, S. 243.

Lösung, mit dem anderen zur stärkeren gerichtet war, indem aber nachträglich derselbe Muskel oder eventuell ein neues Präparat derselben Art in entgegengesetzter Richtung eingeschaltet wurde. Je größer die Stärke des Eigenstroms des Muskels war, desto größer war der Unterschied der elektromotorischen Kraft einer und derselben Kette bei entgegengesetzter Lagerung des Muskels.

Aus den oben angeführten Tabellen ersehen wir, daß bei Anwendung von KCl die durch den Eigenstrom des Muskels verursachten Unterschiede sowohl bei Einschaltung der Bauch- wie der Oberschenkelmuskeln außerordentlich gering sind, so daß die berechnete Überführungszahl mit der tatsächlichen als annähernd übereinstimmend betrachtet werden darf.

Deswegen ergibt auch die in Tab. VII auf Grund dieser Konstante ausgeführte Berechnung von n in hohem Grade übereinstimmende Werte. Anders aber verhält sich ein in NaCl eingeschalteter Muskel; hier werden die Unterschiede bei differenter Einschaltung sowohl eines und desselben wie verschiedener Präparate beträchtlich größer.

Es erschien uns aber in hohem Grade auffallend, daß nach Einführung der auf Grund dieser Versuche (Tab. VIII) berechneten Konstante n in die Gleichung der Flüssigkeitskette (Tab. IX) und nach Vergleichung des theoretisch abgeleiteten E mit dem unmittelbar beobachteten sich nur ganz geringe Unterschiede zwischen den für die Muskeln erhaltenen Werten ergeben; mitunter waren die Unterschiede sogar geringer als bei andereren Diaphragmen. Angesichts der Tatsache, daß n in Tab. VIII eigentlich keine Überführungszahl der Ionen darstellt, sehen wir uns genötigt, eine Erklärung in der Nernst'schen Formel selbst zu suchen. In der Tat beweist die weiter unten ausgeführte, sehr einfache Analyse des Falles, wo die Membran selbst die Quelle eines mehr oder weniger starken Stromes bildet, daß die Übereinstimmung der Ergebnisse ganz selbstverständlich ist.

Gesetzt, wir hätten mit einer Wasserstoffkette zu tun, z. B. H_2 | HCl $^1/_{10}$ | Blase | HCl $^1/_{100}$ | H_2, dann wird wie bekannt:

$$E = 2\, n\, RTln \,.\frac{c_2}{c_1}\,;$$

wenn

$$RTln \frac{c_2}{c_1} = C,$$

dann wird

$$n = \frac{E}{2C}.$$

Das auf diese Weise berechnete n führen wir in die Gleichung der Flüssigkeitskette KCl $^1/_{10}$ KCl $^1/_{100}$ HCl $^1/_{100}$ Blase HCl $^1/_{10}$ KCl $^1/_{10}$ ein, wo im Sprung (3)

$$e = (1-2\,n)\,RTlog\,\frac{c_1}{c_2};$$

wir bekommen somit

$$e = \left(1 - \frac{2\,E}{2\,C}\right).(-C) = -C + E.$$

Somit wird in der Flüssigkeitskette

$$E = e_1 - E + C,$$

indem e_1 die elektromotorische Kraft des ersten Sprunges bezeichnet.

Nehmen wir an, daß in der Wasserstoffkette zwischen HCl $^1/_{10}$ und HCl$^1/_{100}$ ein Diaphragma eingeschaltet wurde, welche eine eigene elektromotorische Kraft K besitzt. Dann wird $E_1 = 2\,n_1\,C + K$, wo n_1, wie oben angenommen wurde, die Überführungszahl vom Anion im Diaphragma bezeichnet; wir sehen dann, daß

$$n_1 = \frac{E_1 - K}{2\,C}.$$

Wenn wir dasselbe Diaphragma mit derselben elektromotorischen Kraft in die Flüssigkeitskette zwischen HCl$^1/_{100}$ und HCl$^1/_{10}$ einschalten und denselben Wert n_1 in die Gleichung der Kette einführen, ergibt sich für den Potentialsprung (3), daß

$$e = \left(1 - \frac{2\,(E_1 - K)}{2\,C}\right)(-C) + K = \frac{(2\,C - 2\,E + 2\,K) - C + 2\,K\,C}{2\,C} =$$
$$= -C + E_1.$$

Somit wird die elektromotorische Kraft der Flüssigkeitskette mit eingeschaltetem Diaphragma $E = e_1 - E_1 + C$.

Also sehen wir, daß nach Einführung von n das endgültige Ergebnis vollkommen von der eigenen elektromotorischen Kraft vom Diaphragma unabhängig ist.

Wenn wir als Diaphragma einen Muskel benutzen, müssen wir noch mit dem Übelstand rechnen, daß er nicht nur eine elektromotorische Kraft entweder besitzt oder nicht, sondern auch daß diese Kraft nie konstant bleiben kann und in jeder Kette einen

anderen Wert hat; außerdem können auch im Laufe des Versuches Veränderungen an der Oberfläche des Muskels durch Imbibition erzeugt werden, da er mit zwei Lösungen von ungleicher Konzentration in Berührung kommt. Wenn wir nun, um die elektromotorische Kraft des Muskels selbst zu bestimmen, in einer und derselben Kette dessen Orientierung in bezug auf die beiden Lösungen verändern, dann haben wir nachher wegen der Veränderung der Muskeloberfläche mit einer ganz neuen elektromotorischen Kraft zu tun. Um diese Fehlerquelle zu umgehen, haben wir sie in zwei Ketten in entgegengesetztem Sinne eingeschaltet; so entnahmen wir z. B. die beiden Hälften der Bauchmuskulatur bei einem und demselben Frosch und schalteten zunächst die eine Hälfte in die Kette mit der Innenfläche gegen die schwächere Lösung ein und später die andere Hälfte mit derselben Fläche gegen die stärkere Lösung. Nachdem die elektromotorische Kraft in der einen Kette bestimmt worden war, wurde der Muskel mit demselben Röhrchen in die andere Kette vom Typus II übertragen. Ähnlich verfuhren wir mit der Oberschenkelmuskulatur: es wurde an einem Präparat das unversehrte untere Ende, d. h. das Knieende, in das Röhrchen eingeführt und gegen die stärkere Lösung gerichtet und der Querschnitt mit der schwächeren Lösung in Verbindung gebracht, während das andere Präparat in entgegengesetzter Richtung eingeschaltet wurde. Auf ähnliche Weise wurde auch der m. sartorius behandelt. Außer den Unterschieden zwischen den einzelnen Muskeln, die auf Präparierung selbst zurückgeführt werden müssen, oder von irgend welchen individuellen Eigentümlichkeiten abhängig waren, konnte noch die Art der Befestigung im Apparat eine Fehlerquelle bilden. Damit sich die beiden Lösungen nicht unmittelbar gegenseitig berühren, war eine Quetschung der Muskel zwischen den Kautschukplättchen mehr oder weniger unvermeidlich, was selbstverständlich eine Läsion erzeugte, die in zwei zu vergleichenden Fällen verschieden sein konnte. Abgesehen von allen diesen Schwierigkeiten war in vielen Versuchen der Eigenstrom des Muskels verhältnismäßig sehr schwach, so daß in solchen Fällen die gefundene Überführungszahl als dem Muskel angehörend angesehen werden konnte. Um die durch den Eigenstrom des Muskels verursachte Fehlerquelle auf das Minimum zu reduzieren, haben wir noch eine Versuchsreihe ausschließlich am m. sartorius unternommen, welcher in die Kette einmal genau in der Quer-, das andere Mal ebenso genau

in der Längsrichtung eingeschaltet wurde. Zu diesem Zwecke sahen wir uns genötigt, unsere Röhrchen zu modifizieren. Die Öffnungen in den Kautschukplatten wurden bis auf $2^1/_2$ mm reduziert, damit sie der in der Querrichtung anliegende m. sartorius vollkommen verschließen könne. Für die Bestimmung der Überführungszahl an dem in der Längsrichtung eingeschalteten m. sartorius wurde ein neuer Apparat konstruiert, der in Fig 6 abgebildet ist. Der in seiner ganzen Ausdehnung frei präparierte Muskel wurde an die Öffnungen

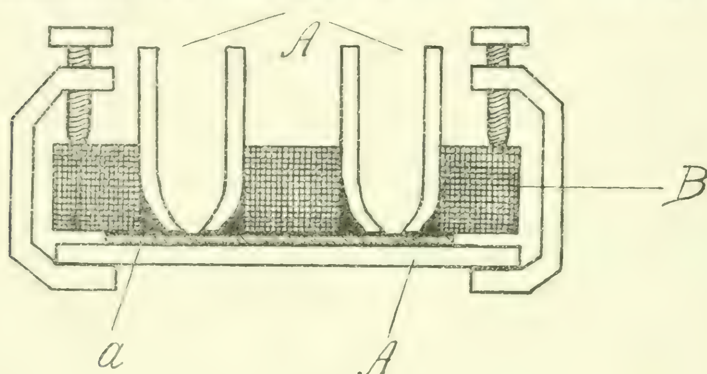


Fig. 6.

a und *b* gelegt und mit Schraubenklemmen mit Hilfe einer Glasplatte derartig festgedrückt, daß die in den Röhrchen *A* und *B* befindlichen Lösungen die Oberfläche des Muskels berührten und miteinander nur unter Vermittelung der in der Längsrichtung verlaufenden Muskelfasern verbunden waren.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Tabelle X und XI zusammengestellt.

TABELLE X.

		E		n
Hg | Hg_2Cl_2 | NaCl $^1/_{10}$ | NaCl $^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 Hg		0·0425	Volt	0·617
—	Muskel I [1])	0·0570	„	0·487
	„ II	0·0590	„	0·455
	„ III	0·0770	„	0·307
+	„ IV	0·0024	„	1·028(?)

Dieselben Muskeln wurden mit denselben Lösungen in der asymmetrischen Kette untersucht. *E* ist unmittelbar bestimmt und

[1]) I—IV wie in der Tabelle IX.

auf Grund der in Tab. X gefundenen Werte von n berechnet worden.

TABELLE XI.

		E gef.		*E* ber.
$NaCl\ ^1/_{10}$ | $NaCl\ ^1/_{100}$ | $NaCl\ ^1/_{10}$		0	Volt	0
+	Muskel I . .	0·0084	„	0·0130
+	„ II . .	0·0094	„	0·0150
+	„ III . .	0·0585	„	0·0329
—	„ IV . .	— 0·0155	„	+ 0·0437

In Tabellen X und XI gibt der Bauchmuskel in der Kalomelkette eine elektromotorische Kraft, deren Werte für die beiden Orientierungen des Muskels relativ wenig voneinander differieren; die Überführungszahlen unterscheiden sich gleichfalls nur unbedeutend voneinander und die Einführung dieser Größe in die Gleichung der asymmetrischen Kette ergibt eine übereinstimmende Abnahme des Betrages. Im Gegensatz dazu hat der als Diaphragma eingeschaltete Oberschenkel in einer und derselben Kalomelkette sehr beträchtliche Unterschiede der elektromotorischen Kraft gegeben, die zu ganz unmöglichen Werten von n führten, da sich derselbe in der Tabelle IV größer als 1 herausstellte. Da die nach Einführung von n berechneten Werte von E mit den direkt beobachteten nicht übereinstimmen, so muß angenommen werden, daß hier ein prägnanter Fall von im Laufe des Versuches schwankender elektromotorischer Kraft des Muskels vorlag.

TABELLE XII.

	E		*n*
$Hg\ \ Hg_2Cl_2$ | $NaCl^1/_{10}$ | $NaCl^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 | Hg	0·0371 [1])	Volt	0·617
I [2]) Sartorius	0·0476	„	0·509
II „	0·0428	„	0·559
III „	0·0710	„	0·266
IV „	0·0518	„	0·465
zerriebene Muskelmasse . . .	0·0665	„	0·314
dieselbe gekocht	0·0520	„	0·463

[1]) Der geringe Betrag von E ist in diesem Falle dadurch verursacht worden, daß während des Versuches in die $^1/_{100}\,n$ Elektrodenflüssigkeit ein wenig von der $^1/_{100}\,n$ NaCl eingedrungen war.

[2]) I Sartorius der Quere nach eingeschaltet.
II Sartorius der Länge nach eingeschaltet.
III Sartorius-Querschnitt gegen die schwächere Lösung gerichtet.
IV Sartorius-Querschnitt gegen die stärkere Lösung gerichtet.

Dieselben Muskeln in derselben Weise in der asymmetrischen Kette eingeschaltet:

TABELLE XIII.

		E gef.		*E* ber.
Na Cl $^1/_{10}$ | Na Cl $^1/_{100}$ | Na Cl $^1/_{10}$		0	Volt	0
—	I Muskel . . .	0·0056	„	0·0100
	II „ . . .	0·0046	„	0·0045
	III „ . . .	0·0290	„	0·0370
	IV „ . . .	0·0120	„	0·0148
	Muskelmasse . .	0·0280	„	0·0266
	dieselbe gekocht .	0·0155	„	0·0151.

In den Versuchen XII und XIII wurde statt des Oberschenkels der m. sartorius benutzt. Die Präparation wurde folgendermaßen ausgeführt: Nachdem die untere Sehne präpariert worden war, wurde sie mit einem Faden gefaßt, an dem der ganze Muskel vorsichtig gehoben und freigelegt wurde; dann wurde er ungefähr in der Mitte quer durchgeschnitten und mit Hilfe des Fadens in eines der beiden Röhrchen — *a* (Fig. 2) eingeführt; die Öffnung des Röhrchens betrug 2—2$^1/_2$ mm, so daß der Muskel sie fast vollständig verschließen konnte, indem er mit seinem Querschnitt hineinragte. Der aus dem Röhrchen am Faden herausgezogene Muskelabschnitt wurde auf eine Kautschukplatte gelegt, und mit einer anderen Kautschukplatte bedeckt, wobei wir uns nach Möglichkeit bemühten, mit der Muskelsehne die Öffnung des zweiten Röhrchens zu verschließen. Dann wurden die beiden Kautschukplatten mit Schraubenklemmen aneinander gedrückt und die Röhrchen mit Lösungen gefüllt: einmal kam an den Querschnitt des Muskels die stärkere Lösung, das andere Mal die schwächere. Diese Orientierung des Muskels erlaubte uns die Größe des Ruhestromes zu bestimmen. In den Tabellen sind diese Präparate mit Nr. III und IV bezeichnet.

Schließlich wurden dieselben Versuche an Flüssigkeitsketten wiederholt.

TABELLE XIV.

		E		n
Hg | Hg_2Cl_2 | $NaCl\,^1/_{10}$ | $NaCl\,^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 | Hg		0·0390	Volt	0·617
	Muskel I [1])	0·0450	„	0·558
	„ II	0·0456	„	0·552
	„ III	0·0645	„	0·368
	„ IV	0·0440	„	0·568

n aus der Tab. XIV ist in die Gleichung der Flüssigkeitskette eingeführt, in welcher dieselben Muskeln in dieselben Lösungen eingeschaltet waren.

TABELLE XV.

		E gef.		E ber.
$KNO_3\,^1/_{10}$ | $KNO_3\,^1/_{100}$ | $NaCl\,^1/_{100}$ | $NaCl\,^1/_{10}$ | $KNO_3\,^1/_{10}$		+0·0110	V	+0·131
—	Muskel I	0·0080	„	0·0086
—	„ II	0·0085	„	0·0078
+	„ III	—0·0145	„	—0·0125
—	„ IV	0·0070	„	0·0096

Die aus Tab. XV ersichtliche Übereinstimmung sowie die relativ geringen Unterschiede für die Muskeln sub I, II und IV der Tabelle XIV sprechen dafür, daß die Überführungszahl wenigstens für die Nr. I, II und IV sehr wenig von ihrem tatsächlichen Betrag für die Muskelsubstanz differieren muß.

Es wurde noch eine Versuchsreihe ausgeführt, wo die Überführungszahl unter Anwendung von NaCl einerseits an einem lebenden, andererseits an einem durch höhere Temperatur (zirka 55°) erstarrten Muskel verglichen wurde.

TABELLE XVI.

		E		n
Hg | Hg_2Cl_2 | $NaCl\,^1/_{10}$ | $NaCl\,^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 | Hg		0·0385	Volt	0·617
	I. Muskel [1])	0·0525	„	0·478
	derselbe gekocht	0·0618	„	0·386
	II. Muskel	0·0514	„	0·490
	derselbe gekocht	0·0602	„	0·401

n wurde in die Gleichung der Flüssigkeitskette eingeführt.

[1]) I, II, III, IV wie in Tabelle XII.

[1]) Wie in Tab. XII.

TABELLE XVII.

	E gef.		*E* ber.
$KCl^{1}{}_{10}$ $KCl^{1}{}_{100}$ $NaCl^{1}{}_{100}$ $NaCl^{1}{}_{10}$ $KCl^{1}{}_{10}$	0·0086	Volt	0·0168
I. Muskel	0·0050	„	0·0026
derselbe gekocht	0·0130	„	0·0128
II. Muskel	0·0096	„	0·0013
derselbe gekocht	0·0120	„	0·0102

Aus den Tabellen XVI und XVII ersehen wir, daß tatsächlich die größte Übereinstimmung sowohl in der Überführungszahl der Ionen wie in den beobachteten und berechneten Werten von *E* an dem gekochten Muskel auftreten, in welchem die Entstehungsbedingungen der Eigenströme auf das Minimum reduziert sind.

Nach der bis jetzt allgemein angenommenen Theorie von Hermann über die Ströme in lebenden Geweben soll die Läsion des Muskels oder der Nerven sowie überhaupt jedes anderen Gewebes das ursächliche Moment darstellen, welches den Potentialunterschied zwischen der unversehrten und der lädierten Stelle erzeugt, wobei sich die letztere stets durch ein viel niedrigeres Potential auszeichnet. Die Ursache dieser Potentialabnahme soll bekanntlich nach Hermann das Absterben des Gewebes bilden. Zwar findet sich in der langen Reihe von Aufsätzen Hermanns kein einziger, wo es der Verfasser unternommen hätte zu erklären, oder wenigstens in Gestalt einer Hypothese darzustellen, warum der vom Muskel oder vom Nerv abgeleitete Strom in der für ihn charakteristischen Richtung fließt, trotzdem müssen wir annehmen, daß nach Hermann der am Querschnitt sich vollziehende Absterbeprozeß mit gewissen chemischen Veränderungen einer Gewebsschicht verbunden ist und daß die neu entstandenen chemischen Stoffe eine Flüssigkeitskette bilden. Dieser Gedanke wurde bekanntlich von einer ganzen Reihe von Forschern angenommen, indem sie sogar die Entstehung von elektrischen Strömen in den Geweben mit Flüssigkeits- oder Konzentrationsketten zu erklären suchen und die Hauptquelle des Stromes in die absterbende Gewebsschicht am Querschnitt verlegen. Übrigens geht von allen diesen Forschern Tschagowetz allein so weit, daß er den Ruhestrom und dessen Stärke durch die sich an der absterbenden Schicht des Querschnittes entwickelnde Kohlensäure zu erklären sucht. Aber weder Tschagowetz noch sonst irgend ein anderer Forscher haben Beweise er-

bracht, warum im Muskel der Ruhestrom vom Querschnitt in der Richtung zu der unversehrten Oberfläche fließt.

Zwar hatten schon die früheren Versuche von Cybulski an asymmetrischen Ketten die Vermutung nahegelegt, daß ein Muskel, als Diaphragma eingeschaltet, sich den Säuren gegenüber ähnlich wie Gelatine verhält; wir haben aber ungeachtet dessen die Muskeln in dieser Beziehnng mit Hilfe von Kalomelketten untersucht.

TABELLE XVIII.

	E		*n*
Hg | Hg_2Cl_2 | HCl $^1/_{10}$ | HCl $^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 | Hg	0·0950	Volt	0·172
Sartorius quer	0·0560	„	0·512
derselbe gekocht	0·0503	„	0·561
Sartorius in der Längsrichtung	0·0790	„	0·311
derselbe gekocht	0·0579	„	0·495

Das Verhalten derselben Muskeln in der Flüssigkeitskette zeigt Tabelle XIX.

TABELLE XIX.

	E beob.		*E* ber.
KCl $^1/_{10}$ | KCl $^1/_{100}$ HCl $^1/_{100}$ | HCl $^1/_{10}$ KCl $^1/_{10}$	— 0·0370	Volt	— 0·0386
Sartorius 1)	+ 0·0070	„	+ 0·012
„ 2)	+ 0·0095	„	+ 0·0070
„ 3)	— 0·0120	„	— 0·0200
„ 4)	+ 0·0021	„	— 0·0010

TABELLE XX.

	E		*n*
Hg Hg_2Cl_2 | HCl $^1/_{10}$ | HCl $^1/_{100}$ | Hg_2Cl_2 | Hg	0·0960	Volt	0·172
a) Bauchmuskulatur [1])	0·0540	„	0·535
b) „ [2])	0·0620	„	0·466
c) Sartorius in der Längsrichtung	0·0600	„	0·431
d) derselbe gekocht	0·0560	„	0·517
e) Sartorius quer	0·0660	„	0·431
f) derselbe gekocht	0·0620	„	0·466

[1]) Mit der äußeren Fläche gegen die schwächere Lösung gerichtet.

[2]) Mit der inneren Fläche gegen die schwächere Lösung gerichtet, gekocht.

TABELLE XXI.

		E beob.		*E* ber.
$KCl \frac{1}{10}$ $KCl \frac{1}{100}$ $HCl \frac{1}{100}$ $HCl \frac{1}{10}$ $KCl \frac{1}{10}$		— 0·0372	Volt	— 0·0386
Muskel	*a*	+ 0·0100	„	+ 0·0030
„	*b*	+ 0·0020	„	— 0·0042
„	*c*	+ 0·0010	„	— 0·0022
„	*d*	+ 0·0050	„	+ 0·0022
„	*e*	— 0·0050	„	— 0·0083
„	*f*	+ 0·0010	„	— 0·0042

Aus den letzten 4 Tabellen ersehen wir, daß der Muskel die Überführungszahl ähnlich wie die Gelatine verändert, indem er die Wanderungsgeschwindigkeit des Kation herabsetzt. Diese Herabsetzung äußert sich, wie dies die in Tab. XIX und XXI angegebenen Werte der beobachteten elektromotorischen Kraft zeigen, auf diese Weise, daß der eingeschaltete Muskel die Stromrichtung der Flüssigkeitskette umkehrt. Das bedeutet, daß im Muskel die Wanderungsgeschwindigkeit des Chlorion größer ist als die Wanderungsgeschwindigkeit des Wasserstoffion. Würde nun der Ruhestrom des Muskels durch fortschreitende Ansäuerung der absterbenden Muskelschicht erzeugt und wäre an der Stromerzeugung irgendwelche Säure beteiligt, dann müßte wegen der geringeren Wanderungsgeschwindigkeit des Wasserstoffion im unveränderten Muskel, d. h. in der Richtung vom Quer- zum Längsschnitt im Vergleich mit der Wanderungsgeschwindigkeit in der Elektrode, beziehungsweise in der den Querschnitt umspülenden Flüssigkeit, die letztere eine positive Ladung aufweisen; es müßte also der Querschnitt immer positiv elektrisch sein; was aber in Wirklichkeit nicht stattfindet. Wir sehen also, daß die Untersuchung der Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen in den eingeschalteten Diaphragmen uns vollkommen zu der Behauptung berechtigt, daß die saure Reaktion vom Muskel- oder Nervenquerschnitt keine Quelle des Ruhestromes sein kann, und daß die elektromotorische Kraft an einer anderen Stelle als am Querschnitt oder am Orte der Gewebsläsion zu suchen ist.

Angesichts unserer Versuche scheint auch die Annahme von Bernstein unrichtig zu sein, daß die Wanderungsgeschwindigkeit des Anion im Muskel = 0 ist, trotzdem er, auf dieser Annahme fußend, die Muskelströme als Konzentrationsströme betrachtet und in einer Reihe von Versuchen und Berechnungen zu einer

gewissen Übereinstimmung gelangt[1]). Wir sehen nämlich, daß betreffs der Säuren nicht die Wanderungsgeschwindigkeit des Anions, sondern die des Kations eine Abnahme zeigt.

In neutralen Salzen haben wir eine herabgesetzte Wanderungsgeschwindigkeit des Anions beobachtet, aber der dadurch erzeugte Unterschied ist sehr gering, wie wir aus den letzten Tabellen ersehen.

Unsere Versuche weisen noch darauf hin, daß die Behauptung von Brünings, als ob in seinen diosmotischen Ketten, die nach unserer Ansicht gewöhnliche asymmetrische Ketten sind, die elektromotorische Kraft von der Konzentration unabhängig sei[2]), der Wirklichkeit vollkommen widerspricht. Was endlich Tschagowetz betrifft, welcher in seinem Buche[3]) in einer längeren Auseinandersetzung den Beweis zu erbringen sucht, daß die Einschaltung von beliebigen Diaphragmen in allen Elektrolyten eine Herabsetzung des Potentialunterschiedes erzeugt, so müssen wir diese Behauptung in jeder Hinsicht als unrichtig bezeichnen.

---

32. *Stratygrafia wapienia węglowego w okręgu krakowskim. — Stratigraphie des Kohlenkalks in der Umgebung von Krakau.* Mémoire de M. **JAN JAROSZ**, présenté par M. Lad. Szajnocha m. c.

(Planches XI et XII).

1. Lage.

Der Raum, auf dem sich in der Umgebung von Krakau der Kohlenkalk nachweisen läßt, liegt nördlich vom Dorfe Rudawa und Krzeszowice (an der Bahnlinie Krakau-Trzebinia) und umfaßt beinahe 17 km². Östlich vom Eliaszówka-Tal bilden das Hangende derselben die Jura- und westlich die Trias-Formationen. Kohlenkalk dagegen ist nur an den Abhängen der sich im Bereiche seiner Verbreitung befindenden Bachtäler, u. zw. des Szklarka-, Racławka-,

[1]) „Wir dürfen es daher als sehr wahrscheinlich betrachten, daß der Muskelstrom ein Konzentrationsstrom ist und daß seine Kraft annähernd durch die Formel $E = \frac{2v}{n+v} \cdot RTln\frac{c_1}{c_2}$ ausgedrückt wird“. Bernstein a. a. O., S. 541.

[2]) Pflügers Archiv, Bd. **117**, S. 459, 1907.

[3]) a. a. O., S. 211.

Eliaszówka- und Czernka-Baches, wie auch im Międkinia- und Kamienice-Tale aufgeschlossen worden.

2. Geschichtliches.

Als erster, welcher das Alter des Kohlenkalks in der Gegend von Krzeszowice bestimmte, ist J. B. Pusch [1]) zu nennen. Mit diesem Kohlenkalk vereinigte er aber die devonischen Kalkschichten der Marmorbrüche von Dębnik.

In den Erläuterungen zu Hoheneggers Karte [2]) zählt Fallaux aus dem Krakauer Kohlenkalk 46 schon von andersher bekannte Versteinerungsarten auf und spricht von 18 „neuen". Aus dieser Sammlung war Römer imstande, im Jahre 1870 nur 3 Arten bestimmt zu bezeichnen.

Römer [3]) gab aus unserem Kohlenkalk 14 Versteinerungen an, deren größten Teil er an der Grenze von Königreich-Polen im Racławka-Tale im Steinbruche vom Jahre 1865 gefunden hatte. In seinem Werke sagt er auf Seite 60: „Auf der Höhe zwischen den beiden Tälern (Eliaszówka- und Racławka-Tal) treten die durch die Marmorbrüche von Dębnik aufgeschlossenen devonischen Kalkschichten hervor. Im großen und ganzen sind wahrscheinlich die Kohlenkalkschichten mantelförmig um diese devonische Erhebung gelagert. Dieses im einzelnen nachzuweisen, genügen jedoch die vorhandenen Aufschlüsse nicht".

Die Tietze'sche Karte [4]) und die Erläuterungen [5]) zu derselben sind hinsichtlich der Verbreitung des Kohlenkalks ungenau. Man kann aus den späteren Publikationen von Zaręczny [6]) beweisen, daß die Verbreitung des Kohlenkalks überhaupt zu weit bezeichnet ist. Die Zugehörigkeit des Kohlenkalks vom Kamienice-Tale zum

[1]) J. B. Pusch: Geognost. Beschreib. v. Polen. Stuttgart 1836. I. Tl. S. 142—149.

[2]) Geognost. Karte des ehemal. Gebietes von Krakau u. s. w. von weil. L. Hohenegger, zusammengestellt durch Cornelius Fallaux; Wien 1866; (Erläuterungen zu der Karte).

[3]) Ferd. Roemer: Geologie von Oberschlesien. Breslau 1870. S. 59.

[4]) Geolog. Karte der Umgebung von Krakau von Dr. E. Tietze. Wien 1888.

[5]) Die gnognost. Verhältnisse der Gegend von Krakau v. Dr. E. Tietze. Wien 1888.

[6]) St. Zaręczny: Atlas Galicyi III. Kraków 1894. S. 12.

Karbonsystem hält Tietze ohne Angabe paläontologischer Gründe für möglich.

Die erste eingehendere Untersuchung rührt von Zaręczny [1]) vom Jahre 1890 her, und eine Zusammenfassung der Resultate seiner Arbeit bildet der Abschnitt über den Kohlenkalk in den Erläuterungen zu seiner geologischen Karte der krakauer Gegend. Das Werk von Zaręczny gibt eine genaue Beschreibung unseres Kohlenkalks in orographischer, petrographischer und paläontologischer Hinsicht, ohne sich mit der stratigraphischen Einteilung näher zu befassen. Zaręczny führt 59 Versteinerungsarten auf (unter diesen 33 Brachiopoden), von denen allerdings einige irrtümlich als spezifisch bestimmt sind, so daß aus diesem Grunde die stratigraphische Einteilung unseres Kohlenkalks in Horizonte, welche wir sogar in Handbüchern [2]) finden, nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmt.

An meinen Untersuchungen habe ich in dem geologischen Institut der Jagellonischen Universität unter Leitung der Professoren Wł. Szajnocha, J. Grzybowski und des Dr. K. Wójcik gearbeitet; den genannten Herren spreche ich hier meinen besten Dank aus.

Aufschlüsse.

1. Marmorbruch an der Grenze von Königreich-Polen im Szklarka-Tal (Karte Nr. 1)

Dunkle oder schwarze Kalksteinbänke (Marmor) mit Hornsteinen. Eingelagerte bituminöse Tonschiefer. Oben Krinoidenkalkbank (Petit granite).

Hiervon bestimmte Versteinerungen:

1. *Dielasma* sp. vielleicht *hastatum* Sow.
2. *Athyris Roysii* L'Év.
3. „ *squamigera* De Kon.
4. „ *lamellosa* L'Év.
5. *Spirifer tornacensis* De Kon. Taf. Fig. 1. u. 2.

[1]) St. Zaręczny: Studya geologiczne w krakowskim okręgu. Spraw. kom. fizyogr. Akad. Umiej. w Krakowie. T. XXV. 1890.

[2]) A. Lapparent: Traité de Géologie. B. II. Fünfte Auflage. Paris 1906, S. 940.

F. Frech: Lethaea geognostica. I. Teil. B. II. Stuttgart 1899, Taf. XXI.

6. *Spirifer striatus* Mart. in verschiedenen Varietäten.
7. „ *cinctus* De Kon. = *Spir. Sowerbyi* De Kon. Taf. Fig 6.
8. „ *bisulcatus* Sow.
9. „ *cuspidatus* Mart.
10. „ *subrotundatus* M'Coy.
11. „ *Urii* Flem.
12. „ *glaber* Mart.
13. „ *lineatus* Mart. auch var. *reticulatus* Sow.
14. *Strophomena analoga* Phill.
15. *Orthothetes crenistria* Phill. auch var. *Kellii* M'Coy.
16. *Dalmanella resupinata* Mart.
17. „ *Michelini* L'Év.
18. *Productus corrugatus* M'Coy.
19. „ *semireticulatus* Mart. auch var. *Martini* Sow.
20. „ *margaritaceus* Phill.
21. *Productus pustulosus* Phill. auch var. *pyxidiformis* De Kon.
22. „ *mesolobus* Phill.
23. *Chonetes Hardrensis* Phill. in verschiedenen Varietäten.
24. *Discina Davreuxiana* De Kon.
25. *Lingula Credneri* Gein.
26. *Euomphalus* sp.
27. *Chemnitzia* sp.
28. *Conularia* sp.
29. *Pecten* sp.
30. *Griffithides Brongniarti* Eichw. *(Pygidium)*.
31. *Zaphrentis cornu copiae* M. Ed. e. Haime.
32. *Michelinia favosa* De Kon.
33. *Fenestella* sp.
34. *Ascopora bigemmis* Keyserl.
35. *Platycrinus laevis* Mill.
36. *Poteriocrinus crassus* Mill.

Die häufigsten Fossilien sind: *Krinoiden*, *Korallen* und *Bryozoen*; von den *Brachiopoden*: *Spirifer tornacensis*, *striatus*, *Orthothetes crenistria*, *Dalmanella Michelini*, *Productus margaritaceus*, *Chonetes Hardrensis*.

Ähnliche petrographische Eigenschaften zeigt der Kohlenkalk im ganzen Szklarka-Tal, ist aber weniger dunkel, vorwiegend dunkelgrau mit rotem Reflex.

In der **Felsenwand an der Forellenzüchterei** (Karte Nr. 2) sind bisher folgende Versteinerungen gefunden worden:

1. *Spirifer striatus* Mart.
2. *Rhynchonella reniformis* Sow.
3. *Orthothetes crenistria* Phill.
4. *Syringopora* sp.

Stradlina (Karte Nr. 3).

Unten mehr dunkle, dunkel rotgraue, oben hellere Kalkbänke mit eingelagerten Schiefern.

Aus denselben bestimmte Formen:

1. *Athyris Roysii* L'Év.
2. *Spirifer tornacensis* De Kon. Taf. Fig. 5. Textfig. 1.



Fig. 1. *Spirifer tornacensis* De Kon.

3. *Spirifer striatus* Mart. in verschiedenen Varietäten, auch var. *attenuatus* Mart.
4. „ *cuspidatus* Mart.
5. *Rhynchonella* sp.
6. *Orthothetes crenistria* Phill.
7. *Dalmanella Michelini* L'Év.
8. *Productus margaritaceus* Phill.
9. „ *pustulosus* Phill. auch var. *pyxidiformis* De Kon.
10. „ *mesolobus* Phill.
11. *Chonetes Hardrensis* Phill.
12. *Poteriocrinus crassus* Mill.
13. *Platycrinus laevis* Mill.
14. *Zaphrentis cornu copiae* M. Ed. e. Haine.
15. *Fenestella* sp.

Krinoiden, Korallen, Spirifer striatus, Dalmanella Michelini und *Chonetes Hardrensis* sind die häufigsten Versteinerungen.

Der von Zaręczny sogenannte Roemersmarmorbruch v. J. 1865. im Racławka-Tal (Karte Nr. 4).

Oben schwarze Schiefer, unten dunkelgraue, mergelige Kalksteinbänke mit Hornsteinen und eingelagerten Schiefern.

Aus denselben sind folgende Formen bestimmt worden:

1. *Dielasma* vielleicht *hastatum* Sow.
2. *Athyris Roysii* L'Év.
3. „ *lamellosa* L'Ev.
4. „ *ambigua* Sow.
5. *Spirifer tornacensis* De Kon. Taf. Fig. 3 u. 4.
6. „ *striatus* Mart. in verschiedenen Varietäten, auch var. *princeps* M'Coy.
7. „ *cuspidatus* Mart.
8. „ *subrotundatus* M'Coy.
9. „ *Urii* Flem.
10. *Spirifer glaber* Mart.
11. „ *lineatus* Mart.
12. *Strophomena analoga* Phill.
13. *Orthothetes crenistria* Phill. auch var. *radialis* Phill.
14. *Dalmanella resupinata* Mart.
15. „ *Michelini* L'Év.
16. *Productus corrugatus* M'Coy.
17. „ *semireticulatus* Mart. auch var. *concinnus* Sow.
18. „ *longispinus* var. *spinosus* Sow.
19. „ *margaritaceus* Phill.

20. *Productus pustulosus* Phill. auch var. *ovalis* Phill. und *pyxidiformis* De Kon.
21. „ *spinulosus* Sow. var. *granulosus* Phill.
22. „ *mesolobus* Phill.
23. *Chonetes Hardrensis* Phill.
24. *Lingula Credneri* Gein.
25. *Griffithides Brongniarti* Eichw. (Pygidium).
26. „ *seminiferus* Phill. (Pygidium).
27. *Pecten ellipticus* Phill.
28. *Aviculopecten subelongatus* M'Coy.
29. *Grammysia* sp.

Productus pustulosus, margaritaceus und *Chonetes Hardrensis* sind die häufigsten Formen. Gasteropoden: 30. *Naticopsis* sp. und 31. *Euomphalus* sp., außer den Bryozoen aus den Gattungen: 32 *Fenestella*. 33. *Ascopora*. 34. *Glaukonome*. von den Krinoiden vor allem: 35. *Poteriocrinus* sp. und wenige Einzelkorallen ergänzen das Bild der Fauna dieses Ortes.

Mühlensteinbruch im Racławka-Tal (Karte Nr. 6).

Dunkle rotgraue oder schwarzgraue Kalke.

Aus denselben bestimmte Versteinerungen:

1. *Dielasma hastatum* Sow.
2. *Spirifer cuspidatus* Mart.
3. „ *glaber* Mart. var. *decorus* Phill.
4. *Orthothetes crenistria* Phill.
5. *Productus corrugatus* M'Coy.
6. „ *semireticulatus* Mart.
7. „ *margaritaceus* Phill.
8. „ *pustulosus* Phill.
9. „ *mesolobus* Phill.
10. *Chonetes Hardrensis* Phill.

Außerdem zitiert Zaręczny noch von diesem Orte *Spirifer striatus* Mart.

Steinbruch am Dorfwege im Racławka-Tal (Karte Nr. 5).

Helle gelblich- oder bläulich-graue körnige oder dichte Kalksteinbänke, oft rötlich geadert.

Bisher bestimmte Versteinerungen:

1. *Dielasma hastatum* Sow.
2. „ *sacculus* Mart.
3. *Athyris globularis* Phill.
4. „ *ambigua* Sow.
5. „ *expansa* Phill.
6. „ *subtilita* Hall.
7. *Spirifer integricosta* Phill.
8. „ *trigonalis* Mart. Taf. Fig. 7. Außer dieser Form auch var. *latus*

Schellw. Einige Formen könnten auch der Art *Spir. bisulcatus* Sow. zugerechnet werden.
9. „ *triangularis* Mart.
10. „ *convolutus* var. *rhomboideus* Phill.
11. „ *subrotundatus* M'Coy.
12. „ *ovalis* Phill.
13. „ *planatus* Phill.
14. „ *Urii* Flem.
15. „ *glaber* Mart.
16. „ *lineatus* Mart. auch var. *ellipticus* Phill.
17. „ *Oceani* D'Orb.
18. *Spiriferina cristata* Schloth.
19. *Rhynchonella reniformis* Sow.
20. „ *acuminata* Mart. auch var. *platiloba* Sow
21. „ *pugnus* Mart.
22. „ *pleurodon* Phill.
23. „ *angulata* L.
24. *Strophomena analoga* Phill.
25. *Orthothethes crenistria* Phill. auch var. *senilis* Phill.
26. *Dalmanella resupinata* Mart.
27. „ *Michelini* L'Év.
28. „ *Keyserlingiana* De Kon.
29. *Productus giganteus* Mart. (?)
30. „ *semireticulatus* Mart. auch var. *Martini* Sow.
31. *Productus costatus* Sow.
32. „ *longispinus* Sow.
33. „ *undatus* Defr.
34. „ *Wrightii* Dav.
35. „ *aculeatus* Mart.
36. „ *Youngianus* Dav.
37. „ *pustulosus* Phill.
38. „ *fimbriatus* Sow. var. *elegans* M'Coy.
39. „ *punctatus* Mart.
40. „ *plicatilis* Sow.
41. „ *sublaevis* De Kon. Taf. Fig. 8.
42. „ *Nystianus* De Kon.
43. „ *Deshayesianus* De Kon.
44. *Chonetes* (?) *comoides* Sow. Taf. Fig. 12.
45. „ *papilionacea* Phill. Taf. Fig. 13.
46. „ *Dalmaniona* De Kon.
47. „ *Kutorgana* Semen.
48. „ *Shumardiana* De Kon.
49. *Brachymetopus Maccoyi* Portlock. *(Pygidium).*
50. *Griffithides globiceps* Phill. *(Pygidium).*
51. *Phillipsia Eichwaldi* Fischer (?). *(Pygidium).*
52. „ *gemmulifera* Phill. *(Pygidium).*
53. *Dechenella sp.* Kayser *(Glabella).*

Außerdem Gasteropoden aus den Gattungen: 54. *Euomphalus* 55. *Bellerophon*, 56. *Patella*, auch ein Bryozoon: *Fenestella* sp.

Am häufigsten sind: *Spirifer trigonalis*, *Dalmanella Michelini*, *Productus elegans* und *semireticulatus*.

Eliaszówka-Tal.

Dichte, helle, weiße oder fleischgraue Kalke, unten im Tale etwas dunklere.

Zaręczny zählt aus der Schlucht bei Kulenda (Karte Nr. 7)

1. *Productus striatus* Fischer und 2. *Syringopora* sp. auf.

In den Sammlungen der Krakauer Akademie der Wissenschaften befinden sich außerdem:

3. *Spirifer striatus* Mart.
4. „ *lineatus* Mart.
5. *Productus giganteus* Mart.
6. *Chonetes (?) comoides* Sow.

Beim Dorfe **Czatkowice** fand Römer und später auch Zaręczny:

1. *Productus latissimus* Sow.
2. *Productus semireticulatus* Mart. *Syringoporen* und *Krinoiden.*

In den Sammlungen der Krakauer Akademie der Wissenschaften befinden sich außerdem:

3. *Productus giganteus* Mart.
4. *Productus corrugatus* M'Coy.

Petrographisch ähnlich sind auch die Aufschlüsse **im Dorfe Czatkowice** selbst (graue dichte Kalke). Stur fand hier im J. 1870:

1. *Spirifer striatus* Mart. (häufig).
2. *Productus giganteus* Mart. (seltener) neben anderen Brachiopoden.

Czernka-Tal.

Oben im Tale (Karte Nr. 9) helle weiße und graue dichte Kalke. Aus denselben bestimmte Versteinerungen:

1. *Dalmanella Michelini* L'Év.
2. *Productus Youngianus* Dav.
3. „ *corrugatus* M'Coy. Taf. Fig. 9.
4. *Chonetes papilionacea* Phill.
5. *Euomphalus* sp.
6. *Syringopora* sp.

Unten im Tale in der „roten Wand" an der Mühle (Karte Nr. 8) unten rotgraue Mergelkalke, oben braune und blutrote Tone und dunkelbraune Tonschiefer; an diesen zuletzt rotbraune Kalkbänke mit großer Menge von Foraminiferen.

Bisher gefundene Fossilien:

1. *Dielasma* sp.
2. *Athyris* cf. *globularis* Phill.
3. *Spirifer striatus* Mart. (nach Zaręczny).
4. „ *lineatus* Mart.
5. *Strophomena analoga* Phill. var. *distorta* Sow.
6. *Orthotetes crenistria* Phill.
7. *Productus giganteus* Mart. Taf. Fig. 10.
8. *Productus latissimus* Sow. Taf. Fig. 11.
9. „ *semireticulatus* Mart.
10. „ *puctatus* Mart.
11. „ *fimbriatus* Sow.
12. *Chonetes comoides* Sow.
13. „ *papilionacea* Phill.
14. *Naticopsis* sp.

A. Rzebak zählt außerdem Foraminiferen aus den Gattungen: *Endothyra, Climacammina, Tetrataxis* und *Archaediscus* auf, St. Zaręczny fügt noch: *Textularia* und *Nodosinella* hinzu.

Die häufigsten Fossilien sind *Foraminiferen, Productus giganteus* und *latissimus.*

Miękinia-Tal.

Helle, weißlich-graue Kalke mit großen Produkten (z. B. *Productus giganteus* Mart. ?) und *Chonetes papilionacea* Phill.

Kamienice-Tal.

Helle, weiße, hellgraue, feinkörnige oder dichte (dann graue) Kalke.

Aus den Kalkbänken führt Zaręczny an:

1. *Spirifer trigonalis* Mart.
2. *Productus striatus* Fischer (?).
3. „ *giganteus* Mart.
4. *Cyathophyllum* sp.
5. *Syringopora* sp.

Aus der Halde unter den Felsen (Karte Nr. 10) bisher bestimmte Versteinerungen sind:

1. *Dielasma* sp.
2. *Spirifer integricosta* Phill.
3. „ *trigonalis* Mart. Einige Formen könnten auch der Art *Spir. bisulcatus* Sow. zugezählt werden.
4. *Spirifer duplicicosta* Phill.
5. „ *glaber* Mart.
6. „ *lineatus* Mart.
7. *Rhynchonella reniformis* Sow.
8. „ *acuminata* Mart.
9. „ *pleurodon* Phill.
10. *Strophomena analoga* Phill.

11. *Orthothetes crenistria* Phill.
12. *Productus giganteus* Mart.
13. „ *semireticulatus* Mart
14. „ *costatus* Sow.
15. „ *longispinus* Sow.
16. *Productus aculeatus* Mart.
17. „ *fimbriatus* Sow.
18. „ *plicatilis* Sow.
19. „ *sublaevis* De Kon.

Korallen aus den Gattungen: 20. *Cyatophyllum*. 21. *Syringopora* und verschiedene Krinoidenstiele ergänzen das Bild der Fauna dieses Ortes.

Stratigraphische Schlüsse.

Indem wir unsere Aufschlüsse im Kohlenkalk hinsichtlich der Brachiopoden-Fauna betrachten, sehen wir gleich zwei verschiedene Faunen. Am besten vertreten ist die erste im Marmorbruche an der Grenze von Königreich-Polen im Szklarka-Tal, in Stradlina und in Roemers Steinbruch, wie auch im Mühlensteinbruch im Racławka-Tal, die andere im oberen Teile des Racławka-Tales an seinem westlichen Abhange im Steinbruche am Dorfwege, im Tale des Eliaszówka- und Czernkabaches, im Miękinia- und Kamienice-Tal.

Die Aufschlüsse also, welche die erste Fauna enthalten, findet man östlich vom Devonrücken, d. h. im Szklarka- und Racławka-Tal, die andere Fauna dagegen findet man westlich vom Devon, d. h. im Eliaszówka-, Czernka-, und Miękinia-Bachtal, wie auch im Kamienice-Tal, außerdem in einem Aufschlusse am Abhang des Racławka-Tales östlich vom Dorfe Paczółtowice. Über das Verhältnis des hellen Kalkes in diesem Aufschlusse zu den dunklen Kalken aus Roemers Steinbruch und zum Aufschlusse an der Mühle im Racławka-Tal kann man derzeit nichts Bestimmtes angeben. (Den Kontakt dieser beiden Horizonte gelang es mir bis jetzt nicht festzustellen).

Die stratigraphische Stellung des Kohlenkalks am Żbik westlich von Łysa Góra ist derzeit auch nicht klar. Wahrscheinlich bildet dieser Kalk die untersten Schichten des Kohlenkalks.

Die Kohlenkalke, welche diese zwei verschiedenen Faunen beherbergen, unterscheiden sich sehr scharf auch in petrographischer Hinsicht voneinander. Den Horizont mit der ersten Fauna bilden mehr oder weniger dunkle, oft bituminöse, hie und da eine Fülle von Hornsteinen enthaltende Kalke. Zwischen den Kohlenkalkbänken sind dünne Schichten ebenso dunkler Schiefer eingelagert und

an einer Stelle (Szklarka-Tal) ist eine für den untersten Horizont in Belgien sehr charakteristische dünne Krinoidenkalkbank (petit granite) vorhanden. Der die andere Fauna enthaltende Horizont besteht größtenteils aus hellen, dichten oder körnigen, weißlich-, gelblich- oder bläulich-grauen, manchmal auch rötlich geaderten, dickbankigen Kalken. Bloß an einer Stelle, nämlich in der roten Steinwand im Czarna-Tal (die obersten Schichten unseres Kohlenkalks) gibt es andere. nämlich mergelige, rot-graue Kalke, wie auch rote, dunkel-braune Tonschiefer und blutrote Tone.

Zu den bisher gefundenen, den beiden Faunen gemeinsamen Arten gehören: 1. *Dielasma hastatum.* 2. *Athyris ambigua.* 3. *Spirifer striatus.* 4. *bisulcatus* 5. *subrotundatus.* 6. *glaber.* 7. *Urii.* 8. *lineatus.* 9 *Rhynchonella reniformis.* 10. *Strophomena analoga.* 11. *Orthothetes crenistria.* 12. *Dalmanella resupinata.* 13. *Michelini.* 14. *Productus corrugatus.* 15. *semireticulatus.* 16. *longispinus.* 17. *pustulosus.*

Zu den bloß der ersten Fauna eigenen Formen gehören: 1. *Athyris Royssii.* 2. *squamigera.* 3. *lamellosa.* 4. *Spirifer tornacensis.* 5. *cinctus.* 6. *cuspidatus.* 7. *Productus margaritaceus.* 8. *spinulosus.* 9. *mesolobus.* 10. *Chonetes Hardrensis.* 11. *Lingula Credneri.* 12. *Discina Davreuxiana.*

Zu den Arten, welche ausschließlich in der zweiten Fauna auftreten, gehören: 1. *Dielasma sacculus.* 2. *Athyris expansa.* 3. *globularis.* 4. *subtilita.* 5. *Spirifer duplicicosta.* 6. *trigonalis.* 7. *triangularis.* 8. *rhomboideus.* 9. *planatus.* 10. *ovalis.* 11. *integricosta.* 12. *ellipticus.* 13. *Oceani.* 14. *Spiriferina cristata.* 15. *Rhynchonella acuminata.* 16. *pugnus.* 17. *pleurodon.* 18. *angulata.* 19. *Dalmanella Keyserlingiana.* 20. *Productus striatus (?).* 21. *giganteus.* 22. *latissimus* 23. *costatus.* 24. *undatus.* 25. *Wrightii.* 26. *Nystianus.* 27. *aculeatus.* 28. *Youngianus.* 29. *fimbriatus.* 30. *punctatus.* 31. *Deshayesianus.* 32. *plicatilis.* 33. *sublaevis.* 34. *Chonetes comoides.* 35. *papilionacea.* 36. *Dalmaniana.* 37. *Shumardiana.* 38. *Kutorgana.*

Von den (17) unseren beiden Faunen gemeinsamen Arten treten (soweit mir bekannt ist) in beiden belgischen Horizonten (Tournay und Visé) folgende Arten auf: 1. *Dielasma hastatum.* 2. *Spirifer bisulcatus.* 3. *subrotundatus.* 4. *glaber.* 5. *lineatus.* 6. *Strophomena analoga.* 7. *Orthothetes crenistria.* 8. *Dalmanella resupinata.* 9. *Michelini.* 10. *Productus corrugatus.* 11. *semireticulatus.* 12. *longispinus.* 13. *pustulosus.*

1. *Athyris ambigua* und 2. *Spirifer striatus* sind nur aus Visé,

1. *Spirifer Urii* nur aus Tournay bekannt. Das Vorkommen aber von 1. *Rhynchonella reniformis* in einer der oben genannten Örtlichkeiten fand ich nirgends nachgewiesen.

Von den oben zitierten Arten *Athyris ambigua* ist auch aus der untersten Zone des Kohlenkalks, nämlich aus den Grenzschichten zwischen Devon und Karbon in Arpatschai [1] bekannt. *Spirifer striatus* in verschiedenen Varietäten ist aus dem belgischen Waulsortien bekannt, welches jetzt allgemein als eine den beiden oben genannten belgischen Horizonten entsprechende Korallfazies betrachtet wird, dagegen ist er ganz bestimmt kein charakteristisches Fossil für den Horizont von Visé (*Productus giganteus*) [2]). *Spirifer Urii* ist eine langdauernde Form, welche sich wahrscheinlich auch noch im Perm befindet, bekannt aber ist er ebenso wie *Rhynchonella reniformis* aus dem Horizonte mit *Productus giganteus* aus dem Moskauer Kohlenbecken [3]).

Von den der ersten Fauna eigenen Arten sind unserer Fauna und der von Tournay folgende gemeinsam: 1. *Athyris Roysii* 2. *squamigera*. 3. *lamellosa*. 4. *Spirifer tornacensis*. 5. *cinctus*. 6. *cuspidatus*. 7. *Discina Davreuxiana*.

1. *Productus margaritaceus*. 2. *mesolobus*. 3. *Chonetes Hardrensis* sind sowohl von Tournay wie auch von Visé bekannt.

Das Vorkommen von *Lingula Credneri* in einer der oben genannten Örtlichkeiten fand ich nirgends nachgewiesen.

Nur eine Art, nämlich *Productus spinulosus*, wird nur von Visé zitiert; bei uns ist sie in der Varietät *Productus granulosus* Phill. aus Roemers Steinbruch im Racławka-Tal bekannt. Unsere Art unterscheidet sich ein wenig von derjenigen von Phillips. Die Größe des Wirbels wie auch die Wölbung der Stielklappe entsprechen am besten der devonischen, auch aus Oberdevon bekannten Form *Productus subaculeatus* Murch. [4]), die Granulation der Klappe aber entspricht am richtigsten der karbonischen Form *Productus granulosus* Phill. (Th. Davidson Carb. Brach. Taf. XXXIV, Fig. 20), obwohl auch in dieser Hinsicht eine ganze Reihe von Übergängen

[1]) F. Frech: Lethaea pal. S. 296.

[2]) H. Scupin: Die Spiriferen Deutschl. S. 117.

[3]) A. Struve: Über die Schichtenfolge in den Karbonablag. im südl. Teil des Mosk. Kohlenbeckens. Mém. d. L'Ac. Imp. d. Sc. de St. Pétersbourg, VII. Série Bd. XXXIV, N. 6, S. 20 und 21.

[4]) Th. Davidson: British devonian Brachiopoda, S. 101, Taf. XX, Fig. 1 und 2.

von dicht aneinander bis zu entfernt stehender Granulation beobachtet werden könnte. Es ist möglich, daß unsere Art eine Übergangsform vom devonischen *Productus subaculeatus* Murch. zu der karbonischen Form von Visé *Productus granulosus* Phill. bildet.

Indem wir die zweite Fauna unseres Kohlenkalkes betrachten, finden wir, daß auf 37 Brachiopodenarten, welche bis jetzt mit voller Sicherheit von mir bezeichnet wurden, folgende Formen mit der Fauna von Visé gemeinsam sind: 1. *Dielasma sacculus*. 2. *Athyris globularis*. 3. *Spirifer duplicicosta*. 4. *trigonalis*. 5. *triangularis*. 6. *rhomboideus*. 7. *ovalis*. 8. *ellipticus*. 9. *Oceani*. 10. *Rhynchonella acuminata*. 11. *pugnus*. 12. *pleurodon*. 13. *angulata*. 14. *Dalmanella Keyserlingiana*. 15. *Productus giganteus*. 16. *latissimus*. 17. *costatus* 18. *undatus*. 19. *Nystianus*. 20. *aculeatus*. 21. *fimbriatus*. 22. *punctatus*. 23. *Deshayesianus*. 24. *plicatilis*. 25. *sublaevis*. 26. *Chonetes comoides*. 27. *papilionacea*. 28. *Dalmaniana*. Die von Römer und Zaręczny aus dem Eliaszówka-Tal zitierte Art *Productus striatus* ist weder in meinen Sammlungen noch in denen der Krakauer Akademie der Wissenschaften vorhanden.

Von den übrigen 9 Arten sind die folgenden: 1. *Athyris expansa*. 2. *Spirifer planatus*. 3. *Productus Wrightii*. 4. *Youngianus*. 5. *Chonetes Shumardiana*. 6. *Kutorgana* zwar aus keinem der beiden belgischen Horizonte zitiert, aber die Formen *Athyris expansa* und *Productus Youngianus* sind aus dem Horizonte mit *Productus giganteus* aus dem Moskauer Kohlenbecken [1]) und samt *Spirifer planatus* auch von England [2]) bekannt. *Productus Wrightii* ist aus demselben Horizont von Irland und *Chonetes Kutorgana* von Altwasser in Schlesien [3]) bekannt. *Chonetes Shumardiana* wird von De Koninck von Kentucky [4]) in Amerika angegeben. 1. *Spirifer integricosta* und 2. *Spiriferina cristata* sind sowohl von Tournay wie auch von Visé bekannt; nur eine einzige Form, nämlich *Athyris subtillita* wird (nach Davidson) nur von Tournay angegeben.

Aus der obigen Übersicht der Brachiopoden (— die anderen Gruppen werden bald nach Beendigung der Bearbeitung erscheinen; die Beschreibung beginne ich mit den Trilobiten —) erhellt, daß unser Kohlenkalk in faunistischer Hinsicht nicht nur zwei deutlich

[1]) A. Struve: Über die Sch. im Mosk. Kohlenbecken, S. 17, 20 u. 30.

[2]) Th. Davidson: Br. Carb. Brachiopoda, S. 235—242.

[3]) P. Semenow: Schl. Brachiopoden, S. 351.

[4]) L. De Koninck: Monographie u. s. w., S. 192.

charakterisierte und verschiedene Faunen besitzt, sondern auch daß die erste von ihnen der Fauna des unteren Horizontes, also der Fauna von Tournay, und die andere der Fauna des oberen Horizontes, also derjenigen von Visé, entsprechen. Für den unteren Horizont, welcher im allgemeinen weniger Leitfossilien besitzt, ist schon die Art *Spirifer tornacensis* allein bezeichnend. Der obere Horizont besitzt bei uns wie auch überall eine ganze Reihe von ihm eigenen Versteinerungen und vor allem: *Productus giganteus, latissimus, punctatus, plicatilis, Spirifer duplicicosta, Athyris globularis, Rhynchonella pleurodon, Chonetes comoides* u. s. w. Eine genauere stratigraphische Einteilung bei uns durchzuführen, wäre in der Zukunft auch möglich. So sehen wir z. B., daß im Horizonte mit *Productus giganteus* die Aufschlüsse im Czerna-Tal, welche *Productus latissimus, giganteus* und *Foraminiferen* in großer Fülle enthalten, stratigraphisch höher als die Kohlenkalke vom Kamienice-, Miękinia- und Paczółtowice-Tale (Steinbruch am Dorfwege im Racławka-Tal) sind. Auch im Horizonte mit *Spirifer tornacensis* können gewisse Unterschiede zwischen den Faunen der einzelnen Punkte beobachtet werden. Keinesfalls aber eine faunistische Gliederung der einzelnen Schichten in beiden Horizonten, wie man das in Rußland oder Belgien getan hat, ist bei uns zur Zeit durchführbar.

Hinsichtlich der Ausbildungsweise gehören unsere Kohlenkalke samt dem ganzen Karbon zur westeuropäischen geologischen Provinz und bilden im ganzen nach der Einteilung von Lapparent[1]) die Dinantienserie. Die Schiefer und die Glimmersandsteine[2]), welche nach Olszewski ihnen aufliegen, können – wie es scheint — ebenso derselben Serie von Dinant zugezählt werden, obwohl bis jetzt ihr Verhältnis zum Kohlenkalk (was die konkordante oder diskordante Lage anbetrifft) nicht genau bestimmt ist, da zur Zeit solche Aufschlüsse, wo sie unmittelbar auf unserem Kohlenkalk lägen, nicht bekannt sind. Diese Behauptung findet ihre Begründung in den Versteinerungen (*Spirifer pinguis* und *striatus*)[3]), welche man in

[1]) De Lapparent: Traité de Géologie, 5. Aufl., S. 922, 953.

[2]) St. Olszewski: Krótki rys wycieczki geol. w W. Ks. Krak. S. 247, Kraków 1878.

[3]) R. Michael: Über neuere Aufschlüsse unterkarbonischer Schichten am Ostrande des oberschlesischen Steinkohlenbeckens. Jahrbuch der Königl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. 1907. Bd. XXVIII, H. 2, S. 193.

den Schiefern von Zalas, Tenczynek, Miękinia und in den Sandsteinen von Gołonóg (*Phillipsia acuminata* und andere) gefunden hat.

Unsere Kohlenkalke wurden nach ihrer Ablagerung auf dem Oberdevon von der horizontalen Lage in der Zeit der Bildung der paläozoischen Gebirgszüge in West- und Mittel-Europa emporgehoben. Das Messen des Fallens (im Szklarka- und Racławka-Tal NE, im Eliaszówka- und Czernka-Tale SW) bildet einen Beweis, daß die Kohlenkalkschichten vom devonischen Dębnik-Siewierz-Rücken in zwei entgegengesetzten Richtungen als zwei Arme einer Antikline abfallen. Das Wiedererscheinen der Kohlenkalke im Kamienice-Tal bei Filipowice beweist, daß mit unserem Devonrücken wenigstens noch ein zweiter, aber vielleicht niedrigerer, parallel läuft. Eben aus diesem Grunde ist die vortriadische Denudation in demselben nicht so weit fortgeschritten, und deshalb finden wir hier überall nur den Kohlenkalk des oberen Horizontes (*Productus giganteus*), während im Szklarka-Tal und am linken Abhang des Racławka-Tales, also in dem ganzen Berge Lubartowska-Góra nur der Horizont mit *Spirifer tornacensis* auftritt und darauf — wie es scheint — schon unmittelbur die Schichten des braunen Jura liegen.

Eine genauere Vergleichung unseres Kohlenkalks mit anderen Ausbildungen des unteren Karbon in Europa wird erst nach einer gründlichen Bearbeitung seiner reichen Fauna durchführbar sein. Jedoch schon jetzt kann man andeuten, daß er an der Grenze zwischen West-Europa und Süd-Rußland steht. In der Ausbildungsweise finden wir eine Analogie erst in Süd-Belgien und Süd-England, andererseits aber existiert eine unbestreitbare Ähnlichkeit mit der Ausbildung in Rußland, vor allem am Donetz, obwohl in der Ausbildung unseres Unterkarbon bis jetzt keine Kohlenspuren gefunden worden sind. (Am Donetz enthalten die Schichten C_1^5 klastische Sedimente mit Kohleneinlagerungen [1]).

Wichtig ist auch die Tatsache, daß auch der Oberdevon, nämlich sein mittlerer Teil (Frasnien und Unter-Famennien), der höchste, der bei uns von Gürich am Żbik und Pałkowa-Góra aufgefunden worden ist, einen ähnlichen Gang der Entwicklung wie in Zentral-Rußland und an der Südgrenze von Belgien aufweist [2]. „In beiden

[1]) Th. Tschernyschew: Guide géologique du VII. Congrès, XVI. S. 6.

[2]) G. Gürich: Das Devon von Dębnik bei Krakau. Beiträge zur Paläont. u. Geolog., Bd XV, 1903, S. 164.

diesen Gebieten wird der Übergang aus devonischen in karbonische Ablagerungen ohne Unterbrechung innerhalb einer flachen See angenommen (Lethaea S. 294. 319). Bei uns im Szklarka-Tal und am linken Abhange des Racławka-Tales. wie auch in Paczołtowice bei der Mühle. am rechten Abhange des Racławka-Tales habe ich das Auftreten des Horizontes mit *Spirifer tornacensis*, aber mit deutlich karbonischer Fauna nachgewiesen.

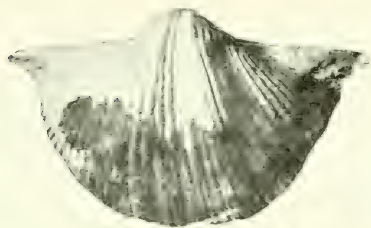
Obige Analogie unseres Oberdevons mit dem Oberdevon Zentral-Rußlands und Süd-Belgiens und die von Gürich ausgesprochene Behauptung. daß während der Bildung des Oberdevons in Dębnik keine größeren Schwankungen des Meeres sich vollzogen haben und „die Fazieslinie einen verhältnismäßig ruhigen Verlauf nimmt". zwingen mich zu der Behauptung. daß zwischen dem karbonischen Horizont mit *Spirifer tornacensis* und dem unteren Famennien auch der obere Famennien (die Schichten von Malöwka-Murajewnia oder der Kohlenkalk von Etroeungt) am Żbik oder nördlich (vielleicht am Nord-Abhang von Pałkowa-Góra) zwischen Pałkowa-Góra und dem Steinbruche an der Mühle in Paczołtowice oder irgendwo an der Grenze von Devon und Karbon im Racławka-Tal existiert.

Diese Behauptung gewinnt an Wahrscheinlichkeit angesichts der Versteinerungsfunde Gürichs vom Jahre 1905 [1]. Er gibt nämlich an aus den Stromatoporenkalken. eigentlich aus dem „mürben Dolomitsandstein". der im Streichen derselben in der Rokiczany- und Żarnówczany-Schlucht auftritt. *Productus sublaevis* (?) und von den Spiriferen eine karbonische Form *Syringothyris (Spirifer) cuspidata* Mart. und eine zum oberdevonischen *Spirifer tenticulum* (welcher z. B. in Arpatschai in Armenien für die Grenzschichten von Devon zum Karbon bezeichnend ist [2])) nahestehende Form.

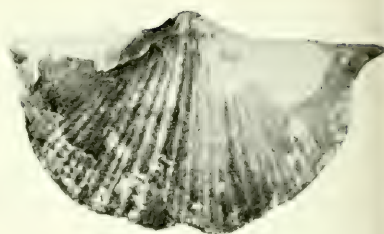
Aus dem oben Gesagten ergibt sich ganz klar das Verhältnis unseres Karbon zu dem Devon. Auf dem unteren. in Pałkowa-Góra und am Żbik entwickelten Famennien finden wir die Versteinerungen des oberen Famennien (SE-Abhang von Pałkowa-Góra) und unmittelbar darauf der Horizont mit *Spirifer tornacensis* (im Steinbruche an der Mühle in Paczołtowice); es besteht also eine Konti-

[1] G. Gürich: Eine Stromatoporide aus d. Kohlenkalke Galiziens. Beiträge z. Paläont. Wien u. Leipzig, 1905, Bd XVII, S. 1.

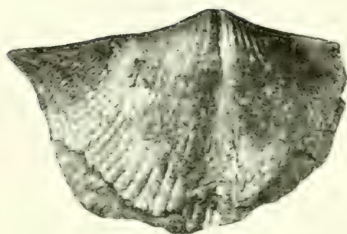
[2] F. Frech: Lethaea, S. 295.



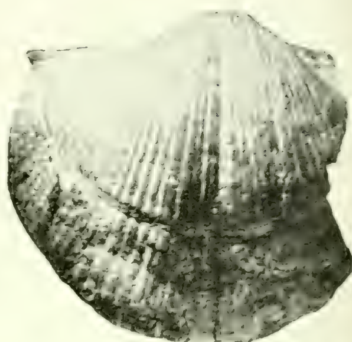
1.



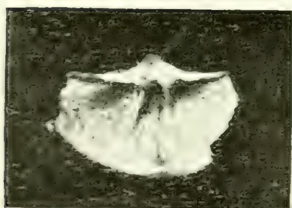
2.



3.



6.



5.



4.

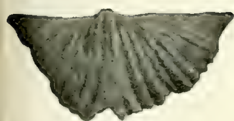


8.

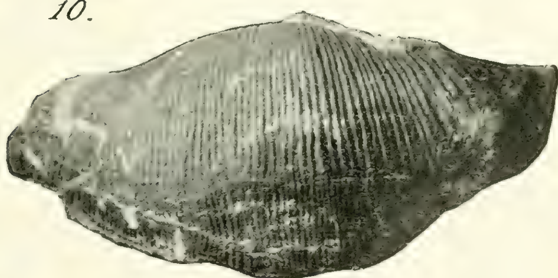
J. Jarosz.



10.



7.



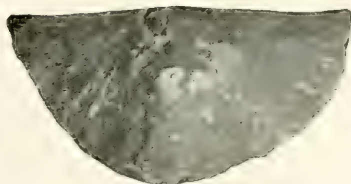
11.



9.

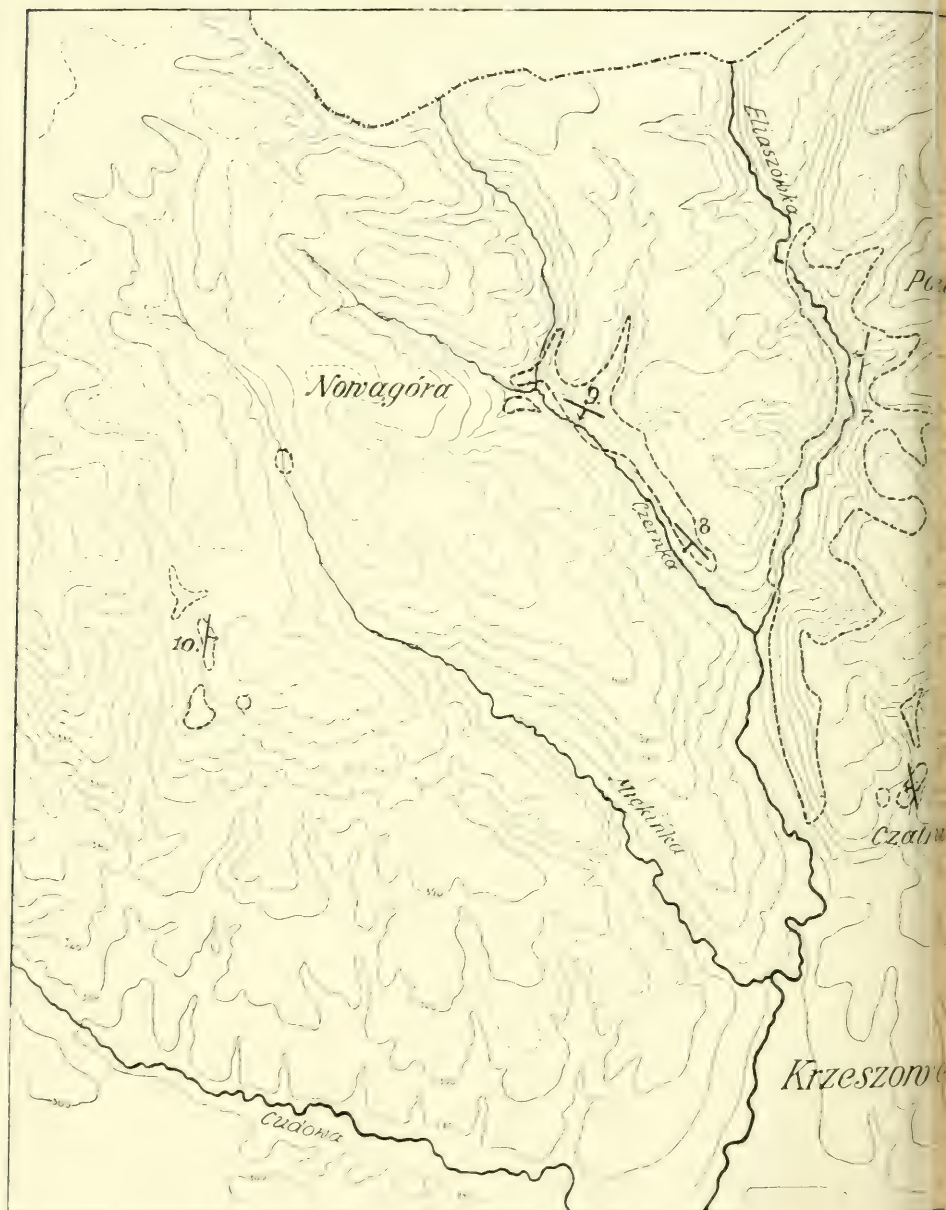


12.



13.

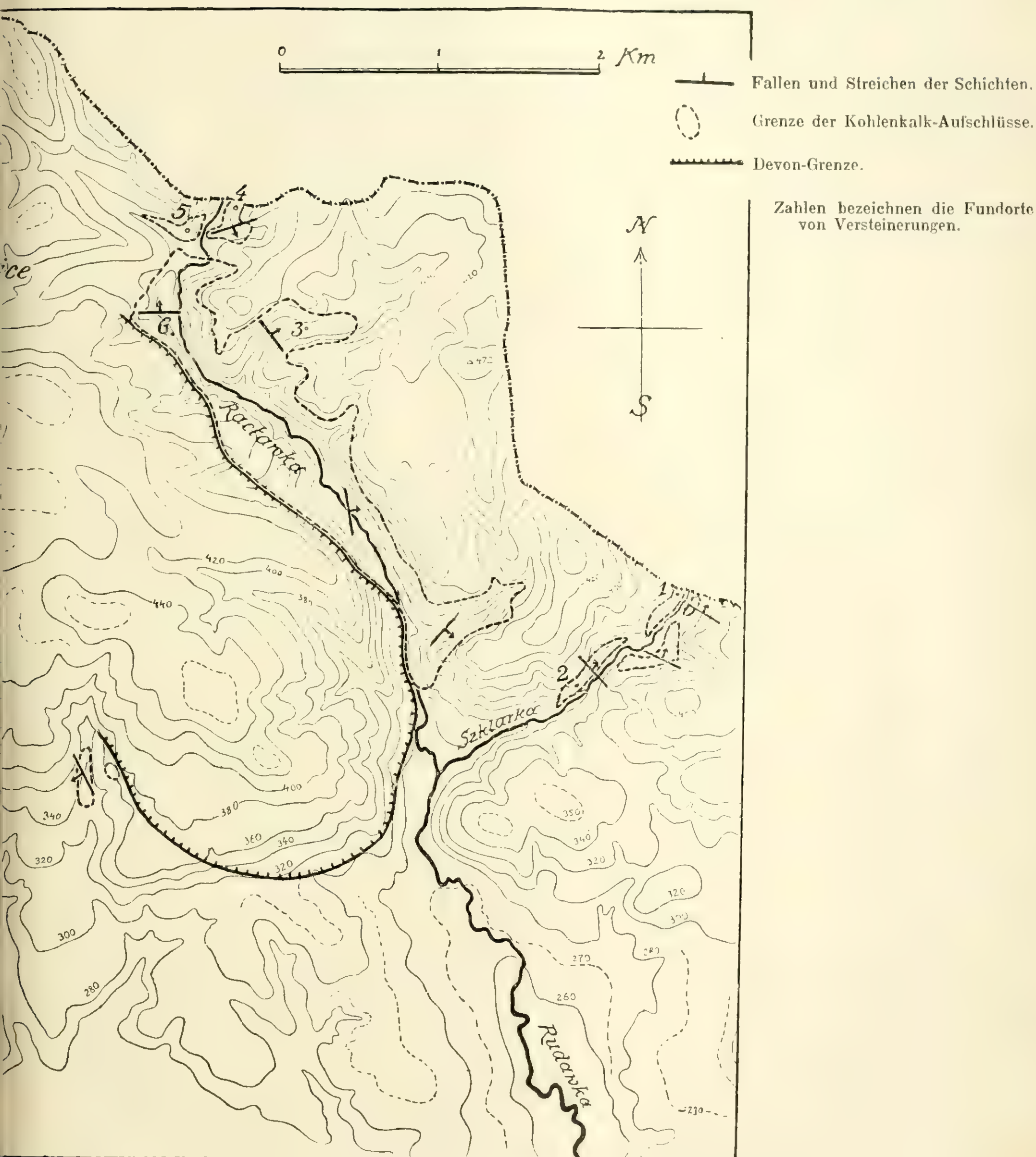
DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.



J. Jarosz.

Kartenskizze der Kohlenkalk-Auf

(Meist nach St



Krakauer Gebiete.

nuität der Sedimente vom Mitteldevon bis zur sudetischen Stufe hinauf.

Wenn wir eine Analogie zwischen unserem Kohlenkalk und dem uns am nächsten benachbarten Unterkarbon in Schlesien suchen, fallen uns sofort Faziesunterschiede zwischen diesen beiden Entwicklungsarten auf. In Oberschlesien sind die dem Horizonte mit *Spirifer tornacensis* und dem unteren Teile von *Productus giganteus* entsprechende Schichten nicht aufgeschlossen, der Kulm von Leszno und Tost dagegen entspricht — wie es scheint — den oberen Schichten des Horizontes mit *Productus giganteus*.

In Niederschlesien finden wir Gneiskonglomerate des Eulengebirges und des Fürstensteiner Grundes von gleichem Alter wie unsere Kalke mit *Spirifer tornacensis*, und auch hierin sollen vielleicht die untersten Schichten des Kohlenkalks von Rothwaltersdorf, welche eine Mutation des *Spirifer tornacensis* enthalten, zugeteilt werden [1]).

Der Kohlenkalk mit *Productus sublaevis* von Neudorf bei Silberberg sollte auf Grund der Analogie im Krakauer Gebiete dem Horizont mit *Productus giganteus* zugeteilt werden, da bei uns diese Art inmitten einer für den Horizont von Visé typischen Fauna hervortritt. Ebenso entsprechen die übrigen Schichten von Rothwaltersdorf, Altwasser, Falkenberg, Steinkunzendorf, Rudolfswalde, also Schiefer, Pflanzengrauwacken, Konglomerate und eingelagerte Kohlenkalke von diesen Ortschaften unseren Kohlenkalken mit *Productus giganteus*.

Tafelerklärung.

(Die photographischen Aufnahmen sind mit Apparat des Herrn Prof. H. Hoyer von Hrn S. Udziela gemacht worden, wofür ich diesen Herren an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.)

Fig. 1. *Spirifer tornacensis* De Kon. Stielklappe aus dem Steinbruche im Szklarka-Tal. Meine Sammlung.

Fig. 2. *Spirifer tornacensis* De Kon. Dorsalklappe aus demselben Orte. Meine Sammlung.

Fig. 3. *Spirifer tornacensis* De Kon. Stielklappe aus Roemers Steinbruch im Racławka-Tal. Sammlung von Zaręczny in der Akad. d. Wissensch. in Krakau.

[1]) Lethaea S. 310.

Fig. 4. *Spirifer tornacensis* De Kon. Stielklappe (etwas beschädigt). Area und Deltidium sichtbar. Sammlung wie Fig. 3.

Fig. 5. *Spirifer tornacensis* De Kon. Stielklappe eines jungen Exemplars mit sichtbarer innerer Struktur aus Stradlina. Sammlung der Akad. d. Wiss. in Krakau.

Fig. 6. *Spirifer cinctus* De Kon. = *Spir. Sowerbyi* De Kon. Stielklappe (etwas beschädigt) aus dem Steinbruche an der Grenze von Königreich Polen im Szklarka-Tal. Meine Sammlung.

Fig. 7. *Spirifer trigonalis* Mart. Dorsalklappe aus dem Steinbruche am Dorfwege im Racławka-Tal. Meine Sammlung.

Fig. 8. *Productus sublaevis* De Kon. Stielklappe (etwas beschädigt). Ort und Sammlung wie Fig. 7.

Fig. 9. *Productus corrugatus* M'Coy. Stielklappe aus hellen Kalken im Czernka-Tal. Sammlung der Jagell. Univ. in Krakau.

Fig. 10. *Productus giganteus* Mart. Stielklappe (größtenteils Steinkern) mit sichtbarer innerer Struktur aus der s. g. roten Steinwand im Czernka-Tal. Sammlung wie Fig. 9.

Fig. 11. *Productus latissimus* J. Sow. Dorsalklappe (etwas beschädigt). Ort wie Fig. 10. Sammlung wie Fig. 3.

Fig. 12. *Chonetes comoides.* J. Sow. Stielklappe (stark beschädigt). Ort und Sammlung wie Fig. 7.

Fig. 13. *Chonetes papilionacea* Phill. Stielklappe. Ort und Sammlung wie Fig. 7.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

7 Maja 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A). Mathématiques; Astronomie; Physique, Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

B). Sciences biologiques.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).

N° 5. MAI. 1909.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
DE CRACOVIE.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KRAKAU.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1909.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR

S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie, en deux séries, le „Bulletin International" qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. La première série est consacrée aux travaux des Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie. La seconde est consacrée aux travaux de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Chaque série contient les procès verbaux des séances ainsi que les résumés, rédigés en français, en anglais, en allemand ou en latin, des travaux présentés à l'Académie.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislas Natanson**,
Secrétaire de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE.
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

Nº 5. **Mai.** **1909.**

Séance du lundi 3 Mai 1909.

Présidence de M. ED. JANCZEWSKI.

33. *O potencyałach wyładowania w przypadku prądu przemiennego i o ich zależności od krzywizny elektrod. — Entladungs-Potentiale bei Wechselstrom; Einfluß der Krümmung der Elektroden auf dieselben.* Mémoire de MM. ***J. KOWALSKI*** et ***U. RAPPEL,*** présenté par M. Lad. Natanson m. t.

Einleitung.

Mit den Erscheinungen der disruptiven Entladung, wie auch mit der Messung der entsprechenden Entladungspotentiale haben sich manche Physiker beschäftigt. In dem ausgezeichneten Werke von J. J. Thomson[1]) finden wir eine ausführliche Zusammenstellung der darauf bezüglichen Arbeiten. Speziell sind sorgfältige Messungen von Lord Kelvin, Paschen, Baille, Heydweiller, Orgler, v. Kowalski, Voigt, Algermissen und C. Müller ausgeführt worden, und zwar alle mit Gleichstrom. Alle bisherigen mit Wechselstrom ausgeführten Messungen haben mehr technischen Charakter, vielleicht mit Ausnahme der Arbeiten von C. Stein-

[1]) J. J. Thomson: Elektrizitäts-Durchgang in Gasen. 1906. S. 366. u. ff.

metz[1]). Aber auch diese letzteren können mit den heute vorliegenden Methoden in mancher Hinsicht vollkommener durchgeführt werden, und daher schien es uns von Interesse zu sein, die folgende Arbeit zu unternehmen. Dabei haben wir uns bemüht, eine Methode zu gebrauchen, welche eine möglichst große Genauigkeit gestattet, da uns die bisherige (1% bis 2%) als nicht genügend für die Verwertung der Messungen für theoretische Folgerungen erschien.

Im ersten Teile der Arbeit beschreiben wir die Methoden, die wir zu diesem Zwecke gebraucht haben, und geben die Resultate der direkten Messungen an. Im zweiten Teile werden die erhaltenen Zahlen verwertet, um die von verschiedenen Forschern vorgeschlagenen Erklärungen der Abhängigkeit der Entladungspotentiale von der Krümmung der Elektroden näher zu prüfen.

I. TEIL.

Methode und Apparatur. Die Anordnung des Stromkreises ergibt sich aus Fig. 1. *B* bezeichnet eine Akkumulatoren-

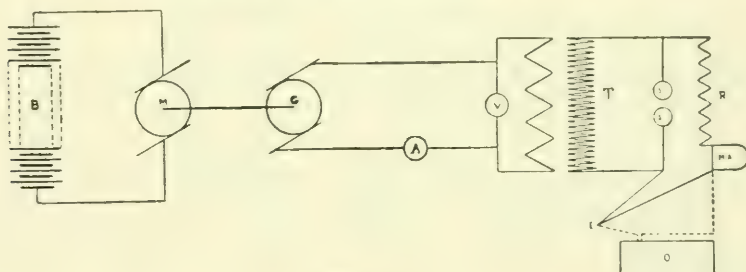


Fig. 1.

Batterie, welche einen sehr konstanten Gleichstrom liefern und deren Spannung zwischen 110 und 130 Volt geregelt werden kann. *M* ist ein Gleichstrommotor mit Nebenschlußwickelung und entsprechenden Anlaß-Widerständen. Direkt mit dem Motor ist ein Einphasen-Wechselstrom-Generator von 3·5 Kw. gekuppelt, welcher speziell für diese Messungen von der *Comp. él. de Genève* konstruiert worden ist. Die Spannungskurve desselben ist beinahe eine Sinuskurve, wie man sich davon aus dem aufgenommenen und in Fig. 2 reproduzierten Oszillogramm überzeugen kann.

[1]) C. Steinmetz: Trans. of Amer. Inst. of El. Eng. Bd. XV, S. 281, 1898.

Die Klemmen des Generators sind unter Vermittlung eines Rheostaten mit den Primär-Klemmen eines Hochspannungs-Transformators von Brown, Boverie & Co. in Baden (Schweiz) verbunden. Der Transformator konnte bei 70 Volt Primär-Spannung eine sekundäre Spannung von 50.000 Volt geben.

V und *A* bezeichnen ein Voltmeter und ein Ampermeter, welche in den primären Stromkreis zur Orientation eingeschaltet waren.

Die Hochspannungsklemmen sind mit dem Entlader verbunden, deren Ansicht in Fig. 3 gegeben ist. Der Entlader wurde zum

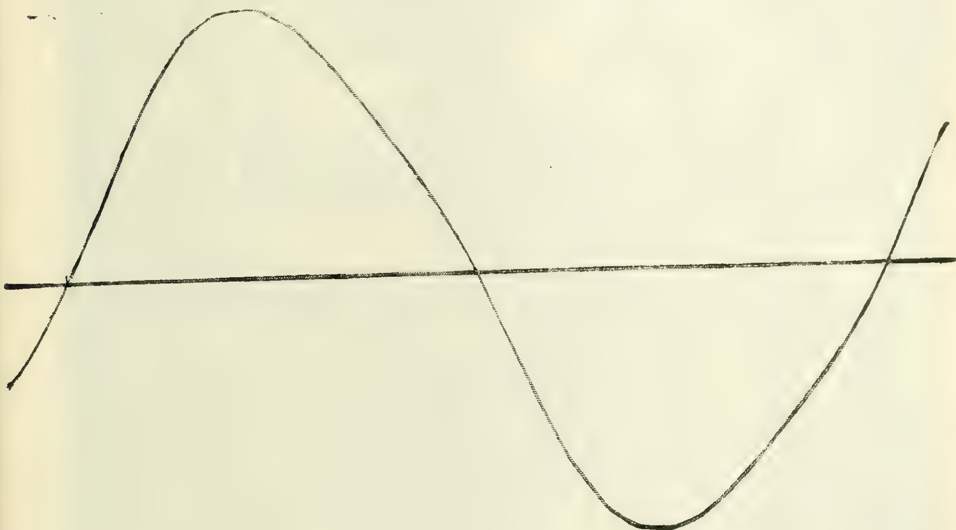


Fig. 2.

Zwecke unserer Arbeit nach den Angaben des einen von uns von der *Société genevoise pour la construction d'instruments de physique* in Genf konstruiert. Eine von den zwei in Fig. 3 sichtbaren Marmorsäulen ist stabil und fest unter Vermittlung eines Ebonitblockes mit einer soliden, aus Eisenguß konstruierten Bank verbunden; die andere Marmorsäule ist in einem ähnlichen Ebonitblock befestigt, der letztere ist aber längs der Bank mittels einer Schraube verschiebbar. Die Schraube wurde mit der bekannten Sorgfalt von der *Société genevoise* ausgeführt; der Schraubengang war bis auf ein Hundertstel mm genau gearbeitet und gleich 1 mm. Parallel mit der Schraube läuft eine Millimeterskala, und ein Zeiger erlaubt, die ganzen Millimeter abzulesen. Eine mit der Schraube verbundene

Kreisteilung erlaubt noch, die Hundertstel mm abzulesen. Das Ende der Schraube ist vermittels eines Kugelgelenkes mit einem zylindrischen Ebonitstab von 85 cm Länge und 4 cm Durchmesser verbunden. Das andere Ende dieses Stabes ist mit einer Kurbel und einer Kreisteilung versehen, so daß man ohne Gefahr, wenn auch eine Hochspannung an den Entlader angeschlossen ist, die Schraube in Bewegung setzen und deren Fortschreiten bis auf 0·01 mm genau ablesen kann. Auf den Marmorsäulen sind zwei Metallzylinder sorgfältig zentriert und stabil befestigt; diese sind mit Schrauben versehen, auf die man verschiedene Kugel-Elektroden aufschrauben kann. Die weiteren Verbindungen wurden entsprechend der gebrauchten Methode gemacht.

Bei den meisten bisherigen Bestimmungen haben die Forscher bei konstant gehaltener Entfernung der Elektroden die Potentialdifferenz zwischen denselben allmählich gesteigert, bis zum Eintritt des Funkenüberganges. Dieses Verfahren erschwert sehr infolge der Trägheit der Meßapparate eine genaue Ablesung der Potentialdifferenz, und wir sehen auch, daß öfters bei sehr sorgfältigen Bestimmungen die einzelnen Ablesungen recht voneinander differieren. Um diesen Mißstand zu eliminieren, haben wir folgendes Verfahren eingeschlagen. Die Enden der Zuleitungen zu den Kugelelektroden wurden mit einem Präzisions-Milliampermeter von Siemens und Halske vermittels geeigneter Widerstände verbunden. Dabei war die eine Elektrode stets geerdet. Nachdem das Milliampermeter einen konstanten, bestimmten Ausschlag gab, wurden die Elektroden durch Verschieben der geerdeten langsam genähert, bis eine Entladung eintrat. Man konnte auf diese Weise, indem man noch die von Warburg[1] und anderen beobachtete Verzögerung durch Belichtung mit einer Bogenlampe aufhob, Resultate erhalten, welche für dieselbe Ablesung des Milliampermeters höchstens um 0·2% voneinander differierten.

Das Wechselstrom-Milliampermeter wurde sorgfältigst kalibriert. Es konnte bis 30 Milliampère angeben, aber es wurde nur die Skala zwischen den Teilungen 10 und 27 benutzt, wo die Ablesung bis auf ein Hundertstel Teilung genau geschehen konnte.

Als Vorschaltwiderstände wurden genau geeichte, von Siemens u. Halske selbstinduktionsfrei und kapazitätsfrei gewickelte Man-

[1]) Warburg, Ann. d. Phys. 5. S. 811, 1901.

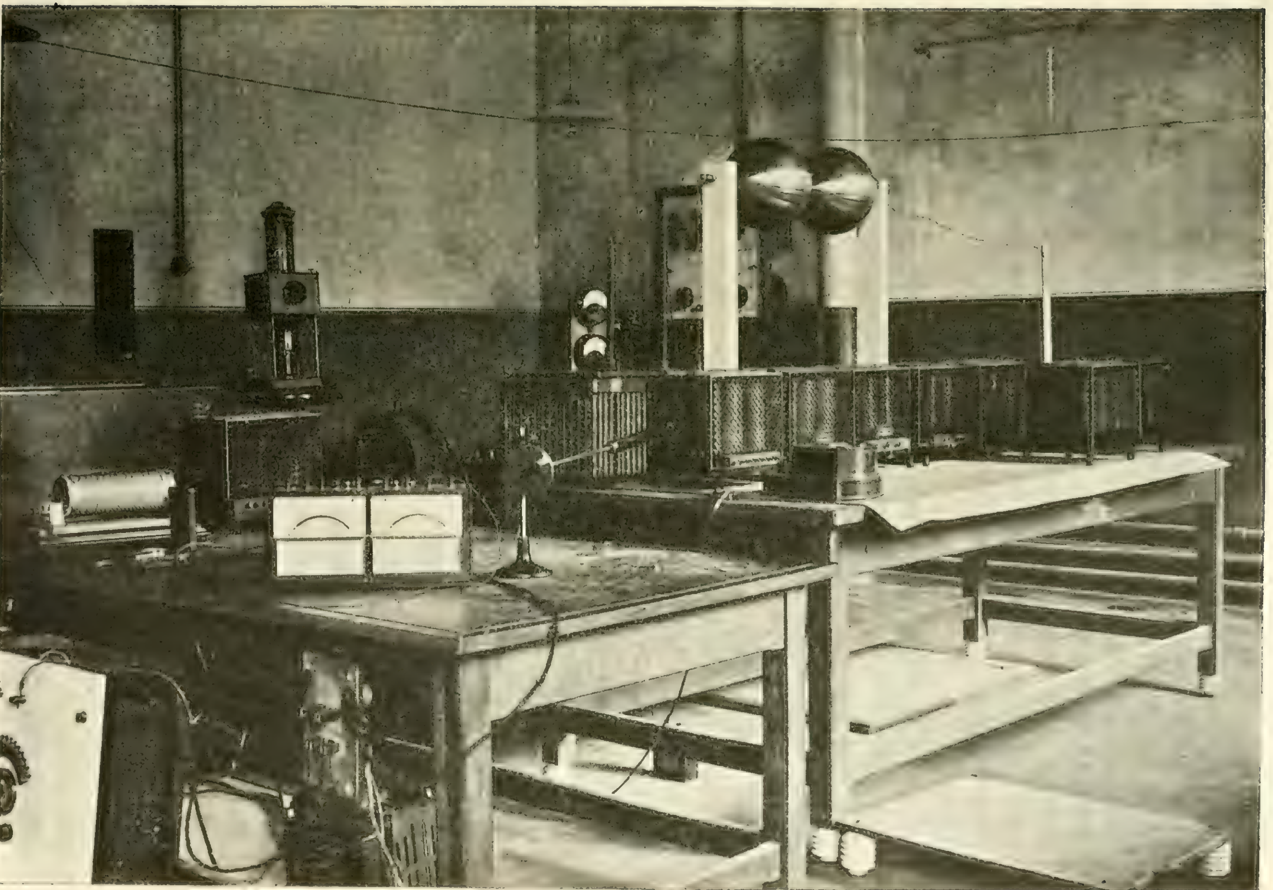


Fig. 3.

ganinwiderstände gebraucht. Messungen, welche bei einer anderen Untersuchung mit dem Helmholtz'schen Pendel ausgeführt wurden, ergaben, daß man praktisch sowohl die Selbstinduktion wie auch die Kapazität derselben in der Tat vernachlässigen kann. Der Wert der Widerstände, wie auch des Meßinstrumentes wurde sorgfältig mit Normalwiderständen, welche von der Phys.-Technischen Reichs-Anstalt kalibriert waren, verglichen. Der Totalwert der zur Verfügung stehenden Widerstände hatte den Betrag von 1.298.800 Ohm. Alle diese Widerstände waren imstande, längere Zeit ohne wahrnehmbare Erwärmung den Strom von 30 Milliampern zu vertragen.

Die Kugel-Elektroden, welche benutzt wurden, waren sorgfältigst von der *Société genevoise* ausgeführt. Die Durchmesser der aus Kupfer angefertigten Kugelpaare waren gleich 2, 3·85, 10, 15, 20 und 30 cm. Kathetometrische Messungen ergaben, daß die Unregelmäßigkeiten nicht 0·2 mm übersteigen. Es sei uns hier gestattet, unseren Dank der *Société genevoise* für die so ausgezeichnete Ausführung der sehr schwierigen Aufgabe auszusprechen.

Bei jeder Versuchsreihe wurde sowohl der Nullpunkt der Entfernung der Kugeln, wie auch der Barometerstand und die Temperatur bestimmt.

Selbstverständlich ergibt die Messung die effektiven Spannungen. Will man die Maximalspannungen erhalten, so muß die Form der Spannungskurve aufs genaueste bekannt sein. Zu diesem Zwecke wurde ein nach dem Blondel'schen Prinzip von der Firma Siemens u. Halske konstruierter Oszillograph benutzt. Die kleine Eigenschwingungsperiode des Galvanometer-Systems $\left(\frac{1}{6000}\text{ sec}\right)$ erlaubte bei dem Wechselstrom von der Frequenz von 33 eine sehr genaue Aufnahme der Spannungskurve. Die Messungen wurden in dem Hochspannungskreise unter Anschluß an die entsprechenden Elektroden und den durch das Milliampermeter bedingten Nebenschluß ausgeführt. Trotz des Anschlusses eines Wechselstrompols an die Erde müssen derartige Oszillogrammaufnahmen mit der größten Vorsicht vorgenommen werden, da ein falsches Manöver in der durch die Versuche bedingten Dunkelheit mit Lebensgefahr verbunden ist. Aus den Oszillogrammen und Milliamper-Ablesungen wurde in bekannter Weise der Wert der Maximalspannung bestimmt.

In der folgenden Tabelle sind die gefundenen Werte des Formfaktors zusammengestellt.

TABELLE I.

Durchmesser der Kugelelektroden in cm	Anzahl der Widerstandssätze	Formfaktor	Mittelwert des Formfaktors
2	3	1·442	
	6	1·439	1·44
	7	1·438	
	9	1·439	
3·85	3	1·440	
	5	1·443	1·44
	7	1·441	
	9	1·437	
10	4	1·430	
	6	1·432	1·43
	8	1·430	
	10	1·431	
15	3	1·432	
	4	1·430	
	6	1·429	1·43
	8	1·429	
	9	1·429	
20	3	1·432	
	6	1·428	1·43
	7	1·430	
	8	1·431	
30	2	1·432	
	3	1·429	1·43
	5	1·428	
	6	1·433	

Die Zusammenstellung der Resultate für die Entladungspotentiale ist in den folgenden Tabellen gegeben.

TABELLE II.

Durchmesser der Kugelelektroden 2 cm, Formfaktor 1·44, Wechselstromfrequenz 33, Druck 745 mm, Temperatur 20° C.

Schlagweite in cm	Effektive Spannung in Volt	Entladungspotential in Volt
0·0850	2730	3931
0·1364	3884	5593
0·1767	4733	6816
0·2200	5680	8179
0·3163	7607	10954
0·3723	8764	12620
0·4936	11094	15975
0·5370	11876	17101
0·6724	14349	20663
0·8752	17802	25635
0·9533	19028	27400
1·0689	20830	29995
1·3536	24383	35112
1·5316	26332	37918
1·7473	28047	40388
2·2151	31207	44938

TABELLE III.

Durchmesser der Kugelelektroden 3·85 cm, Formfaktor 1·44, Wechselstromfrequenz 33, Luftdruck 720 mm, Temperatur 19° C.

Schlagweite in cm	Effektive Spannung in Volt	Entladungspotential in Volt
0·1030	3106	4472
0·1452	4026	5797
0·1812	4779	6882
0·2379	5982	8614
0·3110	7442	10716
0·3871	8992	12948
0·5070	11291	16259
0·6903	14674	21130
0·8425	17492	25188
0·9293	19055	27439
1·0416	20966	30191
1·2526	24555	35359
1·3703	26482	38134
1·4735	28194	40599
1·6597	31032	44686

TABELLE IV.

Durchmesser der Kugelelektroden 10 cm, Formfaktor 1·43, Wechselstromfrequenz 33, Luftdruck 716 mm, Temperatur 19° C.

Schlagweite in cm	Effektive Spannung in Volt	Entladungspotential in Volt
0·1119	3279	4689
0·1549	4180	5977
0·1981	5094	7284
0·2475	6140	8780
0·3057	7295	10432
0·4030	9220	13185
0·5185	11454	16379
0·6425	13722	19622
0·8632	17761	25398
0·8848	18161	25970
0·9902	20050	28674
1·2365	24259	34692
1·3404	26071	37280
1·4360	27805	39761
1·5932	30368	43429
1·7800	33450	47834

TABELLE V.

Durchmesser der Kugelelektroden 15 cm, Formfaktor 1·43, Wechselstromfrequenz 33, Luftdruck 714 mm, Temperatur 20° C.

Schlagweite in cm	Effektive Spannung in Volt	Entladungspotential in Volt
0·1154	3318	4744
0·1534	4118	5888
0·1900	4868	6961
0·2365	5823	8326
0·2927	6940	9924
0·3766	8600	12298
0·4627	10231	14630
0·5426	11755	16809
0·6560	13882	19851
0·8172	16737	23933
0·9410	18995	27162
1·0109	20306	29037
1·2380	24201	34607
1·3546	26245	37530
1·4793	28268	40423
1·6514	31085	44451
1·8730	34683	49597

TABELLE VI.

Durchmesser der Kugelelektroden 20 cm, Formfaktor 1·43, Wechselstromfrequenz 33, Luftdruck 716·4 mm, Temperatur 21° C.

Schlagweite in cm	Effektive Spannung in Volt	Entladungspotential in Volt
0·1148	3290	4704
0·1504	4063	5810
0·2357	5845	8358
0·2883	6896	9861
0·3817	8731	12485
0·4717	10436	14923
0·5444	11822	16905
0·6546	13888	19859
0·8123	16684	23858
0·9961	19993	28589
1·1088	21967	31412
1·2419	24252	34680
1·3540	26202	37468
1·4430	27756	39691
1·6310	30969	44285

TABELLE VII.

Durchmesser der Kugelelektroden 30 cm, Formfaktor 1·43, Wechselstromfrequenz 33, Luftdruck 716·9 mm, Temperatur 19° C.

Schlagweite in cm	Effektive Spannung in Volt	Entladungspotential in Volt
0·1144	3273	4680
0·1493	4029	5761
0·2311	5758	8233
0·2846	6801	9725
0·3777	8644	12360
0·4666	10335	14779
0·5380	11700	16731
0·6485	13783	19709
0·8040	16540	23652
1·0360	20618	29483
1·1166	22100	31600
1·2470	24324	34783
1·3595	26311	37624
1·4606	28023	40072

Ein direkter Vergleich der erhaltenen Zahlen mit den Messungen anderer Forscher ist schwer durchzuführen. Entladungs-Potentiale für Wechselstrom sind selten in wohl definierten Verhältnissen gemessen worden. Die Steinmetz'schen Bestimmungen, welche bis jetzt als die zuverlässigsten gelten, berücksichtigen gar nicht die Erscheinung der Verzögerung, welche speziell bei kleineren Abständen viel zu hohe Werte der Funkenspannungen ergeben kann, wie das übrigens Warburg [1]) und Starke [2]) genügend nachgewiesen haben. Dementsprechend sind unsere Werte für die Funkenspannungen bei gleichen Entfernungen kleiner, als die von Steinmetz erhaltenen. Da aber die Übereinstimmung zwischen den Einzelbeobachtungen von Steinmetz keine größere Genauigkeit als 4% zuläßt [3]), so sind die Abweichungen von 4% bis 6% wohl auf den erwähnten Grund zurückzuführen. Es ist aber ein indirekter Vergleich mit den für Gleichstromspannungen von anderen Forschern erhaltenen Werten möglich. Nach dem von M. Toepler [4]) ausgesprochenen Grundsatz gilt folgende Beziehung: Betrachtet man die Funkenspannung in Teilen der Funkenspannung, die dem Verhältnis $\frac{x}{d} = 1$ entspricht, wo x die Schlagweite und d der Durchmesser der Kugeln ist, so ist der Verlauf der so erhaltenen relativen Funkenspannungen ein ganz bestimmter.

In der folgenden Tabelle ist dieser Verlauf für unsere Bestimmungen mit denen anderer Forscher zusammengestellt.

Beobachter:	Freyberg		Heydweiller		Kowalski u. Rappel	
d in cm:	1·0	2·0	1·0	2·0	2·0	3·85
$x:d=$ 0·1	0·18	0·19	—	0·18	0·18	**0·18** [5])
0·2	0·37	0·32	0·32	0·32	0·32	0·32
0·3	0·45	0·44	—	0·45	0·44	0·44
0·4	0·54	0·55	0·53	0·58	0·55	0·53
0·5	0·65	0·65	—	0·69	0·66	—
0·6	0·75	0·74	0·74	0·79	0·75	—
0·7	0·82	—	—	—	0·83	—
0·8	0·90	—	0·90	—	0·90	—
0·9	0·98	—	—	—	0·96	—

[1]) Warburg, Ann. d. Phys. **5**, S. 811, 1901.

[2]) Starke, Wied. Ann. **66**, S. 1009, 1898.

[3]) Russell, Phil. Mag. Bd. **11**. VI Ser., S. 265, 1906.

[4]) M. Toepler, Elektr. Zeitsch., S. 998, 1907.

[5]) Die Zahl 0·18 ist diesen Rechnungen zugrunde gelegt worden.

Der allgemeine Verlauf stimmt also mit dem von anderen Physikern erhaltenen sehr gut überein. Dagegen sind die absoluten Werte der Spannungen durchwegs um 4% bis 6% kleiner als diejenigen, welche man bei Gleichstromspannungen erhalten hat (unter Berücksichtigung des Paschen'schen Gesetzes). Ob der Grund dafür in der Aufhebung der Verzögerung oder in der Natur der Messungen mit Wechselstrom liegt, ist vorläufig schwer zu entscheiden. Dementsprechende Versuche sind im Gange.

II. TEIL.

Abhängigkeit des Entladungspotentials vom Krümmungsradius der Elektroden.

In der letzten Zeit hat A. Russell[1]) versucht, eine Theorie der Abhängigkeit des Entladungspotentials von der Krümmung der Elektroden aufzustellen. Früher wurde öfters angenommen, daß die Entladung immer dann eintritt, wenn die maximale Feldstärke zwischen den Elektroden eine gewisse Grenze überschritten hat. Da sich diese Annahme zur Erklärung der beobachteten Tatsachen als nicht zureichend erwiesen hat, versucht A. Russell eine Zusatzhypothese zu Hilfe zu ziehen. Er nimmt an, daß für Entladungs-Entfernungen, welche größer als 0·1 cm sind, bei der Berechnung der maximalen Beanspruchung (stress) vom gemessenen Entladungspotential ein gewisser Betrag ε abzuziehen ist, welchen er als Verlust-Spannung (lost Volts) bezeichnet. Für die Luft setzt Russell diese Verlustspannung gleich 800 Volt. Die folgenden Betrachtungen sollen zur Prüfung der vorgeschlagenen Theorien dienen.

Formeln für die Feldstärke zwischen Kugelelektroden.

Die Formeln für die Feldstärke zwischen zwei Kugeln von gleichem Radius wurden schon von Kirchhoff[2]) angegeben und sind neuerdings von Russell in eine elegante Form gebracht worden.

Sind die beiden Kugeln auf die Potentiale V_1 und V_2 gebracht, so gilt die Formel:

[1]) A. Russell, Phil. Mag. Bd. XI, Ser. 6. S. 237, 1906.

[2]) Kirchhoff, Crelle's Journal, S. 89, 1860.

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{V_1}{a} \cdot \frac{(1+q)^2}{1-q} \sum_1^\infty \frac{1-q^{4n-3}}{(1+q^{4n-3})^2} q^{2n-2} \qquad \text{I.}$$

$$- \frac{V_2}{a} \cdot \frac{(1+q)^2}{1-q} \sum_1^\infty \frac{1-q^{4n-1}}{(1+q^{4n-1})^2} q^{2n-1},$$

wo a der Kugelradius ist und q durch folgende Gleichung definiert ist:

$$2q = \frac{A}{a} - \frac{\sqrt{A^2 - 4a^2}}{a},$$

wo A die Entfernung zwischen den beiden Zentren der Kugeln ist. Im Fall, wenn $V_1 = -V_2 = \frac{V}{2}$ ist, erhalten wir:

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{V}{x} \cdot f, \qquad \text{II.}$$

wo

$$f = \frac{x}{2a} \cdot \frac{(1+q)^2}{1-q} \sum_1^\infty \frac{1-q^{2n-1}}{(1+q^{2n-1})^2} q^{n-1}, \qquad \text{III.}$$

wenn wir mit x die kleinste Entfernung zwischen den beiden Kugeln bezeichnen.

Ist $V_1 = V$ und $V_2 = 0$, wie dies in unserem Falle ist, so erhalten wir:

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{V}{x} f_1,$$

wo

$$f_1 = \frac{x}{a} \cdot \frac{(1+q)^2}{1-q} \sum_1^\infty \frac{1-q^{4n-3}}{(1+q^{4n-3})^2} q^{2n-2}.$$

Zur Berechnung von f_1 haben wir uns folgender Formeln bedient, welche alle eine Genauigkeit von über 0·001 geben.

$$\frac{x}{a} < 0{\cdot}1 \qquad f_1 = 1 + \frac{1}{3}\frac{x}{a} \qquad 1)$$

$$\frac{x}{a} < 0{\cdot}2 \qquad f_1 = 1 + \frac{1}{3}\frac{x}{a} + \frac{1}{45}\frac{x^2}{a^2} \qquad 2)$$

$$\frac{x}{a} < 0{\cdot}3 \qquad f_1 = 1 + \frac{1}{3}\frac{x}{a} + \frac{1}{45}\frac{x^2}{a^2} + \frac{73}{53760}\frac{x^3}{a^3} \qquad 3)$$

4)

$$0{\cdot}3 < \frac{x}{a} < 0{\cdot}7 \qquad f_1 = f + \Delta\,,$$

wo

$$f = 1 + \frac{1}{3}\frac{x}{a} + \frac{1}{45}\frac{x^2}{a^2} + \frac{73}{53760}\frac{x^3}{a^3}$$

und

$$\Delta = \sqrt{\frac{x}{a}} \cdot \frac{x + 4a}{2a} \cdot \frac{kk'K^2}{\pi^2}\,,$$

wo man k, k' und K aus folgenden Beziehungen berechnet:

$$\sqrt{\frac{2K}{\pi}} = 1 + 2\sum_{1}^{\infty} q^{n^2} = 1 + 2\,(q + q^4 + q^9 + \ldots)$$

$$\sqrt{\frac{2Kk'}{\pi}} = 1 + 2\sum_{1}^{\infty}(-1)^n q^{n^2} = 1 + 2\,(-q + q^4 - q^9 + \ldots)$$

$$k = \sqrt{1 - k'^2}$$

$$2q = \frac{A}{a} - \frac{\sqrt{A^2 - 4a^2}}{a}$$

A bezeichnet die Entfernung der Zentren.

5)

$$0{\cdot}7 > \frac{x}{a} > 1$$

$$f_1 = f + \Delta\,;$$

wo

$$f = \frac{1}{2}\left(\frac{x}{a} + 1\right) + \frac{1}{\frac{x}{a} + 2} + \frac{\frac{x}{a}}{2\left(\frac{x}{a} + 2\right)^3} + \frac{\frac{x}{a}}{2\left(\frac{x}{a} + 2\right)^4}$$

$$+ \frac{\frac{x}{a}}{2\left(\frac{x}{a} + 2\right)^5} - \frac{\frac{x}{a}}{\left(\frac{x}{a} + 2\right)^7} - \frac{2\frac{x}{a}}{\left(\frac{x}{a} + 2\right)^8}$$

und Δ dieselbe Bedeutung hat wie in Formel 4)

6) $$\frac{x}{a} > 1 \quad f_1 = \frac{x}{a} + \frac{1}{\frac{x}{a} + 1} + \frac{1}{\left(\frac{x}{a} + 1\right)\left(\frac{x}{a} + 2\right)^3}\,.$$

In den folgenden Tabellen sind die Resultate der Rechnung zur Prüfung der Russell'schen Theorie zusammengestellt:

Durchmesser der Kugeln: 2 cm.

Schlagweite in cm	$\frac{x}{a}$	f_1	Maxim. Feldstärke in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$	Beanspruchung nach Russell in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$
0·085	0·085	1·0285	47568	37888
0·1364	0·1364	1·0459	42871	36739
0·1767	0·1767	1·0596	40856	36063
0·2200	0·2200	1·0744	39944	36038
0·3163	0·3163	1·1131	38549	35689
0·3723	0·3723	1·1372	38549	36106
0·4936	0·4936	1·1956	38696	36759
0·5370	0·5370	1·2184	38801	36986
0·6724	0·6724	1·2960	39827	38285
0·8752	0·8752	1·4290	41853	40547
0·9533	0·9533	1·4837	42645	41400
1·0689	1·0689	1·5690	44028	42854
1·3536	1·3536	1·7897	46423	45366
1·5316	1·5316	1·9356	47918	46907
1·7473	1·7473	2·1183	48960	47991
2·2151	2·2151	2·5303	51332	50418

Durchmesser der Kugeln: 3·85 cm.

Schlagweite in cm	$\frac{x}{a}$	f_1	Maxim. Feldstärke in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$	Beanspruchung nach Russell in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$
0·1030	0·0535	1·0178	44196	36291
0·1452	0·0754	1·0251	40929	35281
0·1812	0·0941	1·0314	39159	34607
0·2379	0·1236	1·0415	37713	34211
0·3110	0·1615	1·0541	36332	33620
0·3871	0·2011	1·0679	35716	33509
0·5070	0·2634	1·0893	34934	33216
0·6903	0·3586	1·1310	34620	33310
0·8425	0·4377	1·1676	34908	33800
0·9293	0·4827	1·1900	35137	34113
1·0416	0·5411	1·2206	35385	34448
1·2526	0·6507	1·2742	35970	35156
1·3703	0·7118	1·3216	36780	36009
1·4735	0·7654	1·3567	37383	36647
1·6597	0·8622	1·4201	38235	37551

Durchmesser der Kugeln: 10 cm.

Schlagweite in cm	$\frac{x}{a}$	f_1	Maxim. Feldstärke in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$	Beanspruchung nach Russell in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$
0·1119	0·0223	1·0075	42226	35021
0·1549	0·0309	1·0103	38986	33769
0·1981	0·0396	1·0132	37154	33063
0·2475	0·0495	1·0165	35038	31753
0·3057	0·0611	1·0204	34820	32150
0·4030	0·0806	1·0269	33596	31558
0·5185	0·1037	1·0348	32689	31093
0·6425	0·1285	1·0432	31860	30562
0·8632	0·1726	1·0582	31151	30171
0·8848	0·1769	1·0597	31101	30143
0·9902	0·1980	1·0669	30892	30030
1·2365	0·2473	1·0838	30683	29982
1·3404	0·2680	1·0937	30419	29767
1·4360	0·2872	1·1012	30480	29867
1·5932	0·3186	1·1343	30919	30349
1·7800	0·3560	1·1553	31046	30527

Durchmesser der Kugeln: 15 cm.

Schlagweite in cm	$\frac{x}{a}$	f_1	Maxim. Feldstärke in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$	Beanspruchung nach Russell in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$
0·1154	0·0153	1·0051	41335	34366
0·1534	0·0204	1·0068	38649	33399
0·1900	0·0253	1·0068	36945	32700
0·2365	0·0315	1·0105	35578	32160
0·2927	0·0390	1·0130	34339	31571
0·3766	0·0502	1·0167	33200	31041
0·4627	0·0617	1·0205	32661	30897
0·5426	0·0723	1·0241	31725	30216
0·6565	0·0874	1·0291	31144	29889
0·8172	0·1089	1·0365	30358	29344
0·9410	0·1254	1·0421	30082	29197
1·0109	0·1347	1·0453	30025	29198
1·2380	0·1650	1·0556	29507	28825
1·3550	0·1806	1·0609	29393	28697
1·4793	0·1972	1·0665	29144	28568
1·6514	0·2202	1·0744	28921	28401
1·8730	0·2497	1·0846	28722	28259

Durchmesser der Kugeln: 20 cm.

Schlagweite in cm	$\frac{x}{a}$	f_1	Maxim. Feldstärke in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$	Beanspruchung nach Russell in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$
0·1148	0·0115	1·0038	41118	34126
0·1504	0·0150	1·0050	37705	32361
0·2357	0·0236	1·0078	35733	32313
0·2883	0·0288	1·0096	34526	31725
0·3875	0·0387	1·0127	33120	30998
0·4717	0·0472	1·0157	32133	30411
0·5444	0·0544	1·0181	31615	30119
0·6546	0·0655	1·0218	30999	29751
0·8123	0·0812	1·0270	30167	29156
0·9961	0·0996	1·0332	29653	28823
1·1088	0·1109	1·0372	29384	28636
1·2419	0·1242	1·0417	29089	28428
1·3540	0·1354	1·0455	28932	28315
1·4430	0·1443	1·0486	28842	28261
1·6310	0·1631	1·0549	28645	28128

Durchmesser der Kugeln: 30 cm.

Schlagweite in cm	$\frac{x}{a}$	f_1	Maxim. Feldstärke in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$	Beanspruchung nach Russell in $\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$
0·1144	0·0076	1·0025	41012	34002
0·1493	0·0099	1·0033	38707	33331
0·2311	0·0154	1·0051	35802	32324
0·2846	0·0189	1·0063	34387	31559
0·3777	0·0252	1·0084	33000	30865
0·4666	0·0311	1·0104	32000	30268
0·5380	0·0358	1·0119	31468	29964
0·6485	0·0432	1·0144	30831	29580
0·8040	0·0536	1·0178	29944	28932
1·0360	0·0690	1·0230	29115	28325
1·1160	0·0744	1·0248	29049	28315
1·2470	0·0831	1·0277	28666	28007
1·3595	0·0906	1·0302	28511	27905
1·4606	0·0973	1·0324	28328	27763

Es ergibt sich aus diesen Tabellen, daß die nach Russell berechnete Beanspruchung keine konstante Zahl ist. Vielmehr sieht man eine gewisse Regelmäßigkeit des Verlaufes der Russell'schen Zahl, und zwar scheint dieselbe für eine bestimmte Schlagweite ein Minimum zu erreichen. Eine Erklärung für die beobachteten Tatsachen gibt also die Russell'sche Theorie nicht.

---

34. *O fosforescencyi ciał organicznych w temperaturach nizkich. — Über die Phosphoreszenz von organischen Substanzen bei niedrigen Temperaturen.* — Mémoire de MM. ***J. DZIERZBICKI*** et ***J. KOWALSKI,*** présenté par M. A. Witkowski m. t. [1])

Mit der Phosphoreszenz bei niedrigen Temperaturen hat sich zunächst Dewar [2]) beschäftigt; er hat gefunden, daß zahlreiche organische Stoffe, welche bei gewöhnlicher Temperatur keine Phosphoreszenzfähigkeit besitzen, eine solche bei der Temperatur der flüssigen Luft erlangen. Weitere Beobachtungen wurden angestellt von C. C. Trowbridge [3]), F. J. Micheli [4]) und in letzter Zeit von E. L. Nichols und Merritt [5]), sowie von P. Borissoff [6]). Die beiden letztgenannten haben bis jetzt am ausführlichsten die Phosphoreszenz einiger organischen Verbindungen untersucht. Sie gebrauchen meistens einheitliche Körper, Borissoff untersucht auch Lösungen in verschiedenen Lösungsmitteln, und zwar meistens ziemlich konzentrierte Lösungen. Eine Beziehung zwischen der Konstitution und Phosphoreszenz ist bei diesen Untersuchungen nicht gefunden worden, auch wurde auf die Reinheit der Präparate kein besonderes Gewicht gelegt. Infolgedessen erschien uns eine metho-

[1]) Diese Arbeit wurde aus den Mitteln des „Elisabeth Thompson Fund“ in Boston ausgeführt und wir erlauben uns, dem Kuratorium desselben unseren Dank auszusprechen.

[2]) Dewar, Proc. Roy. Soc., Bd. 5, S. 340 und Proc. Roy. Soc., Bd. 14, S. 665. 1895.

[3]) C. C. Trowbridge, Science, **10**, S. 245. 1899.

[4]) F. J. Micheli, Arch. de Genève. IV. **12**, S. 5. 1901.

[5]) Nichols and Merritt, Phys. Rev. **18**, S. 355.

[6]) P. Borissoff, Luminiszenz einiger organischen Verbindungen. St. Petersburg 1906.

dische Durchforschung der *Phosphoreszenz* bei niedriger Temperatur für eine bestimmte Gruppe von organischen Verbindungen von großem Interesse um so mehr, da in letzter Zeit interessante Beziehungen zwischen *Fluoreszenz* und Konstitution der organischen Verbindungen gefunden worden sind.

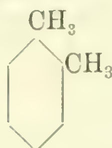
Die Vorversuche zeigten, daß schon sehr geringe Verunreinigungen einer Substanz durch eine andere die den Verunreinigungen zukommende, charakteristische Phosphoreszenz hervorbringen. Wenn man z. B. bei der Temperatur der flüssigen Luft sehr reinen Äthylalkohol untersucht, so findet man eine sehr schwache, kaum sichtbare, violette Phosphoreszenz. Schon ein Zusatz z. B. von 0·1 % Nitranilin bringt eine zwar kurz dauernde aber außerordentlich intensive, gelbe Phosphoreszenz hervor. Daraus folgt, daß eine Untersuchung einheitlicher organischer Substanzen sehr erschwert ist, da es in den meisten Fällen sehr schwer wäre, eine genügende Reinheit zu erzielen. Infolgedessen haben wir uns entschlossen, verdünnte äthyl-alkoholische Lösungen zu untersuchen. Wenn wir nämlich die organische gelöste Substanz sorgfältig reinigen, so können wir erwarten, daß die Verunreinigungen dann in solcher Verdünnung vorkommen, daß sie nicht mehr den Charakter der Phosphoreszenz beeinflussen können.

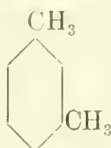
Auf diese Weise ausgeführte Versuche bestätigten diese Vermutung. Die Versuchsanordnung war die folgende: in einen flachen, gegen Erwärmung durch entsprechende Packungen geschützten Behälter für flüssige Luft konnten 3 bis 6 kleine Porzellannäpfe hineingestellt werden. Dieselben waren ganz von flüssiger Luft umspült und enthielten die zu untersuchenden alkoholischen Lösungen. Nachdem diese längere Zeit in der flüssigen Luft eingetaucht waren, so daß man sicher annehmen konnte, daß sie bereits die Temperatur der flüssigen Luft angenommen hatten, wurden sie von oben mit einer Quecksilberquarzbogenlampe von Haereus belichtet. Die Belichtung dauerte beinahe immer je 15 Sek.; Vorversuche haben gezeigt, daß bei längerer Belichtung als 5 Sek. ein Einfluß der Belichtungsdauer nicht mehr zu beobachten ist, was übrigens schon früher Borissoff gefunden hat. Sodann wurde der die Lampe speisende Strom unterbrochen und eine Vergleichs-Untersuchung über die Intensität und Dauer der Phosphoreszenz ausgeführt. Diese Lichterscheinung wurde stets mit ausgeruhten Augen beobachtet, indem einer von uns alle Manipulationen ausführte und

der andere nur im Augenblick der Beobachtung die Augen öffnete. Diese in voller Dunkelheit abwechselnd von beiden Beobachtern ausgeführten Untersuchungen wurden vielmals wiederholt und nur übereinstimmende Resultate notiert.

Auf diese Weise wurden folgende Resultate erhalten:

1. Lösungen von 0·1 Normal von Ortho-, Meta- und Paraxylol:





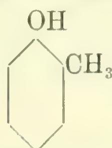


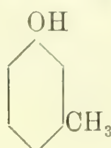
Farbe der Phosphoreszenz: violett.

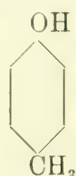
Die größte Intensität der Phosphoreszenz sofort nach der Belichtung[1]) zeigt die Para-Verbindung, sodann die Meta- und die schwächste die Ortho-Verbindung.

Dieselbe Reihenfolge gilt auch für die Dauer der Phosphoreszenz.

2. 0·1 Normal-Lösungen von Ortho-, Meta- und Para-Kresol:



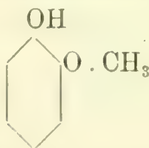


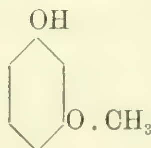


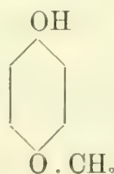
Farbe der Phosphoreszenz: violett.

Reihenfolge der Intensität der Phosphoreszenz sofort nach der Belichtung: 1) Para-, 2) Meta-, 3) Ortho-Verbindung. Dieselbe Reihenfolge für die Dauer der Lichterscheinung.

3. 0·1 Normal-Lösungen von Ortho-, Meta- und Para-Kresol-Methyläther:







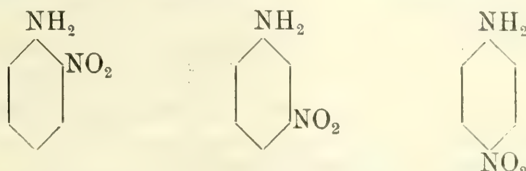
Violette Phosphoreszenz.

Am intensivsten und am längsten phosphoresziert die Para-

[1]) Jedesmal, wo wir schlechtweg über Intensität der Phosphoreszenz sprechen verstehen wir die unmittelbar nach der Belichtung beobachtete Intensität.

Verbindung. Eine Differenz zwischen der Meta- und Ortho-Verbindung ist kaum zu erkennen.

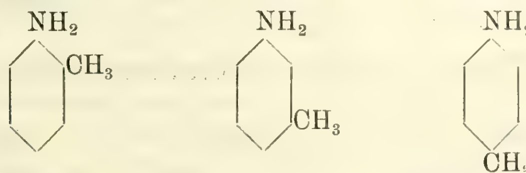
4. Sehr verdünnte Lösungen von Ortho-, Meta- und Para-Nitranilin (ungefähr 0·01 Normal):



Sehr kurze, aber intensive gold-gelbe Phosphoreszenz.

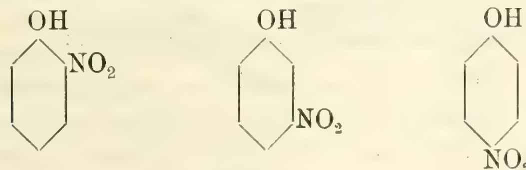
Sowohl die Intensität wie die Dauer der Erscheinung ist bei der Para-Verbindung am größten. Eine Differenz zwischen der Meta- und Ortho-Verbindung ist schwer festzustellen.

5. Ortho-, Meta- und Para-Toluidin in 0·1 Normal-Lösung:



Schöne, intensive und andauernde blau-violette Phosphoreszenz. Gleich nach der Belichtung beobachtet man eine ausgeprägte Differenz in der Intensität, und zwar ist wiederum die Erscheinung am intensivsten bei der Para-Verbindung; sodann folgen die Meta- und Ortho-Verbindung. Die Dauer ist merklich größer bei Paratoluidin. Zwischen der Dauer der Phosphoreszenz bei Meta- und Orthotoluidin ist kaum ein Unterschied vorhanden, doch scheint die Erscheinung bis zu vollständiger Auslöschung intensiver bei der Meta-Verbindung zu sein.

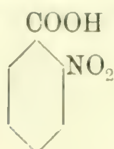
6. Ortho-, Meta- und Para-Nitrophenol:

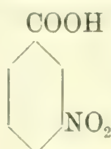


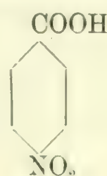
geben erst in äußerster Verdünnung eine schwache gelbliche Phosphoreszenz, welche sehr kurz andauert. Man kann trotzdem sehr gut beobachten, daß die Para-Verbindung die intensivste und am längsten dauernde Lichterscheinung ergibt.

Genau dieselbe Beobachtung wurde gemacht mit:

7. Ortho-, Meta- und Para-Nitrobenzoësäure

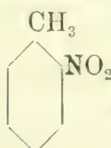


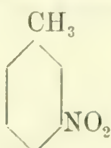


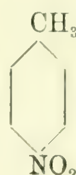


und mit

8. Ortho-, Meta- und Para-Nitrotoluol

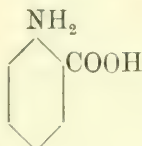


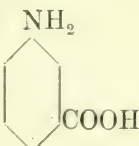


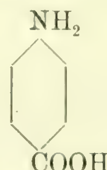


sowie mit

9. Ortho-. Meta- und Para-Amidobenzoësäure in 0·1 % Normal-Lösung



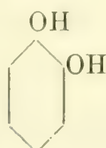


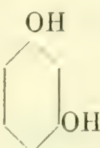


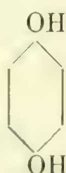
Die Ortho-Verbindung gibt eine hell-blaue Phosphoreszenz, die Meta-Verbindung eine gelb-grüne und die Para-Verbindung eine violett-blaue Lichterscheinung.

Trotz des Farbenunterschiedes ist im ersten Augenblick nach der Belichtung auch hier die Phosphoreszenz der Para-Verbindung als die intensivste zu erkennen, und die Erscheinung dauert auch am längsten bei dieser Verbindung.

10. Brenzkatechin, Resorcin und Hydrochinon:







Die Phosphoreszenz des Brenzkatechins ist dunkel-violett, die des Resorcins grünlich und die des Hydrochinons hellblau. Am in-

tensivsten und am andauerndsten ist die Erscheinung bei Hydrochinon; die beiden anderen Verbindungen sind infolge der Farben-Differenz schwer miteinander zu vergleichen.

In allen diesen Fällen scheint also die Para-Verbindung die intensivste Phosphoreszenz zu geben und auch die Zeitdauer der Lichterscheinung ist bei diesen Verbindungen am längsten.

Wir möchten hervorheben, daß auch Hartley ein ähnliches Verhalten für die Absorptions-Spektra der Benzolderivate konstatierte. Er findet nämlich, daß die Oberfläche, welche durch von ihm erhaltene Absorptionskurven beschrieben wird, bei den Para-Verbindungen stets größer ist, als bei den Meta- und Ortho-Verbindungen.

Es wurden weiter untereinander verglichen:

11. Lösungen von Benzol C_6H_6, Phenol C_6H_5OH, Toluol $C_6H_5CH_3$, Para-Kresol $C_6H_4(CH_3)OH$, Benzoësäure C_6H_5COOH. Alle diese Körper phosphoreszieren violett, und zwar im ersten Augenblick nach der Belichtung kann man dieselben nach der Intensität der Phosphoreszenz in folgende Reihe ordnen: Benzoësäure, Para-Kresol, Toluol, Phenol und Benzol. Nach der Dauer der Phosphoreszenz läßt sich aber eine andere Reihe bilden, und zwar: 1) Toluol, 2) Benzol, 3) Kresol, 4) Benzoësäure, 5) Phenol.

12. Lösungen von Benzol C_6H_6, Anilin $C_6H_5NH_2$, Toluol $C_6H_5CH_3$, Anilinchlorhydrat. Die Phosphoreszenz von Benzol und Toluol ist violett, von Anilin und Anilinchlorhydrat blau-violett. Reihenfolge nach der Intensität: 1) Anilin, 2) Anilinchlorhydrat, 3) Toluol, 4) Benzol; nach der Dauer der Erscheinung: 1) Toluol, 2) Benzol, 3) Anilinchlorhydrat, 4) Anilin.

13. Lösungen von Benzol, Toluol, Ortho-, Meta- und Para-Xylol. Phosphoreszenz violett. Die Reihenfolge nach der Intensität der Phosphoreszenz ergibt, daß die Einführung einer CH_3-Gruppe in den Benzolkern die Phosphoreszenz vermehrt und daß die Einführung von zwei Gruppen eine Vermehrung nur dann bewirkt, wenn dieselben in Para-Stellung erscheinen; in der Tat erhalten wir folgende Reihe: 1) Para-Xylol, 2) Toluol und Meta-Xylol gleich, Ortho-Xylol kaum schwächer, 3) Benzol.

14. Eine weitere Einführung einer CH_3-Gruppe vermehrt noch die Intensität der Phosphoreszenz; es zeigt sich, daß Mesitylen $C_6H_3(CH_3)_3$ (symmetrische Form), wie auch das Pseudocumol

$C_6H_3(CH_3)_3$ (1 . 2 . 4) in alkoholischer Lösung stärker als das Para-Xylol phosphoreszieren.

15. Lösungen von Benzol C_6H_6, Anilin $C_6H_5NH_2$ und Ortho-, Meta- und Para-Toluidin $CH_3 . C_6H_4NH_2$ ergeben ein ähnliches Verhalten; nach der Intensität der Phosphoreszenz geordnet, ergeben dieselben folgende Reihe: 1) Para-Toluidin, 2) Anilin und Meta-Toluidin, 3) Ortho-Tholuidin, 4) Benzol. Die Einführung der NH_2-Gruppe verstärkt die Phosphoreszenz; eine weitere Einführung der CH_3-Gruppe verstärkt diese Lichterscheinung nur dann, wenn sie zur NH_2-Gruppe in Para-Stellung steht.

16. Aus dem Vergleich der Lösungen von Benzol C_6H_6, Toluol $C_6H_5CH_3$, Phenol C_6H_5OH und Anilin $C_6H_5NH_2$ ergibt sich, daß die Gruppe NH_2 im ersten Augenblick nach der Belichtung die Total-Intensität der Phosphoreszenz mehr vergrößert als die Gruppen OH und CH_3; in zweiter Linie kommt die Wirkung der OH-Gruppe und am schwächsten wirkt die Einführung der Methylgruppe. Was aber die Dauer der Phosphoreszenz anbetrifft, so phosphoresziert am längsten die Toluollösung, sodann diejenige des Benzols, dann die des Anilins und am kürzesten leuchtet die Lösung des Phenols.

17. Ein Vergleich von Benzol C_6H_6 und Nitrobenzol $C_6H_5NO_2$ ergibt, daß auch die NO_2-Gruppe die Phosphoreszenz-Intensität vermehrt.

18. Benzol C_6H_6, Chlorbenzol C_6H_5Cl, Ortho-, Meta- und Parachlortoluol $CH_3 . C_6H_4 . Cl$ und Toluol $C_6H_5CH_3$, in sehr verdünnten alkoholischen Lösungen miteinander verglichen, ergeben, nach der Intensität der Phosphoreszenz geordnet, folgende Reihe: 1) Toluol, 2) Benzol, 3) Ortho-Chlortoluol (schwach), 4) Meta-Chlortoluol (schwach), 5) Para-Chlortoluol (sehr schwach), 6) Chlorbenzol (sehr schwach).

Ein Vergleich von Anilin, Ortho- und Para-Chloranilin ergab, daß auch hier die Einführung des Chlors eine Schwächung hervorbringt. Sehr interessant ist die Tatsache, daß in diesem Falle die hervorgebrachte Schwächung am geringsten ist, wenn sich die schwächende Gruppe zur anderen in der Ortho-Stellung befindet, am größten dagegen in der Para-Stellung.

Um die Versuche zu deuten, könnte man analoge Betrachtungen anstellen, wie es H. Kaufmann, R. Meyer und andere über Fluoreszenz getan haben. Da aber eine Erweiterung dieser

Untersuchung unsererseits augenblicklich im Gange ist und speziell auch spektrographische Studien über diese Erscheinung von einem von uns vorgenommen worden sind, so ziehen wir es vor, mit der theoretischen Deutung diese weiteren Versuche, welche ein vollständigeres Material darbieten werden. abzuwarten. Inzwischen wollen wir nur bemerken, daß wir mit Sicherheit die Phosphoreszenzfähigkeit der Nitraniline und Nitrophenole nachgewiesen haben. Da dabei Versuche mit Parachinon-Lösungen eine vollständige Abwesenheit der Phosphoreszenz bei dieser Substanz zeigen, so glauben wir, daß dies Verhalten nicht für eine chinoide Konstitution der Nitraniline spricht.

---

35. *O siarkocyanianach ksylolowych. — Über Xylol-Sulfocyanate.* Note de M[lle] ***MARIE STRZELECKA,*** présentée par M. Br. Radziszewski m. t.

Die aromatischen Sulfocyanate R—S—CN haben im Vergleich mit den Isosulfocyanaten oder sogenannten Senfölen R—N—CS, welche viel eingehender studiert wurden, bis jetzt ziemlich geringe Beachtung gefunden. Deswegen richtete ich meine Aufmerksamkeit auf dieses weniger behandelte Gebiet. Ich erhielt sechs Xylol-Sulfocyanate R—S—CN.

Diese Arbeit habe ich im Laboratorium des Herrn Prof. Radziszewski ausgeführt; ich möchte mir gestatten, Ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Ich erhielt die erwähnten Verbindungen aus Xylyl- und Xylylenbromiden, indem ich sie mit Sulfocyankalium in verdünnter alkoholischer Lösung erwärmte. Alle entstehen leicht, manche sogar ohne vorhergehende Erwärmung. Die Xylylsulfocyanate schmelzen bei niedrigerer Temperatur als die Xylylen-Isomere. Alle zeichnen sich durch sehr unangenehmen und ätzenden Geruch aus, welcher die Schleimhäute angreift.

Um genauer die genannten Sulfocyanate zu charakterisieren, habe ich sie der Einwirkung des Ammoniaks ausgesetzt. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, deshalb beschränke ich mich nur darauf, die Darstellungsweise und die physikalischen Eigenschaften dieser Verbindungen kurz zu beschreiben.

1. p-Xylylsulfocyanat[1])



$CH_3—C_6H_4—CH_2—SCN.$

p-Xylylbromid wurde mit Sulfocyankalium in alkoholischer Lösung einige Stunden lang erwärmt, dann der Alkohol abgedampft und das Kaliumbromid in Wasser gelöst. Die ausgeschiedene ölartige Flüssigkeit erstarrt allmählich in der Kälte. Aus Alkohol umkristallisiert, bildet das p-Xylylsulfocyanat einen glasartigen Körper, welcher bei 21·5—22·5° C schmilzt. Er zeichnet sich durch einen nicht sehr ätzenden Geruch aus und ist in Äther löslich.

0·1859 g Subst. ergaben 0·2707 g $BaSO_4$
0·1328 g „ „ 11 ccm N (20°, 716 mm)

	S	N
Gef.:	19·97	8·56
Berech.: für C_9H_9NS	19·65	8·60

2. p-Xylylensulfocyanat



$NCS—CH_2—C_6H_4—CH_2—SCN.$

Es wurde auf dieselbe Weise wie der oben besprochene Körper aus p-Xylylenbromid erhalten. Aus Chloroform umkristallisiert, bildet es kleine, farblose, bei längerer Wirkung der Luft vergilbende Nadeln, welche in Alkohol und Äther unlöslich sind. Schmelzpunkt 134° C. Dieses Sulfocyanat zeichnet sich durch einen milderen Geruch als die übrigen aus.

0·0849 g Subst. ergaben 0·02468 g $BaSO_4$
0·1064 g „ „ 12·2 ccm N (17°, 732 mm)

	S	N
Gef.:	29·06	12·71
Berech.: für $C_{10}H_8N_2S_2$	29·11	12·73

[1]) Im Jahre 1902 habe ich (Bull. de l'Acad. d. Sciences de Cracovie 1902, 13) eine Verbindung als p-Xylylsulfocyanat beschrieben, die bei späterer Untersuchung sich als p-Xylylensulfocyanat erwies. Ich wurde damals durch eine Schwefelbestimmung (I. Messinger. Ber. 21, 2910) irregeführt, was ich jetzt berichtige.

3. m-Xylylsulfocyanat [1])



$CH_3-C_6H_4-CH_2-SCN$

Das erhaltene Produkt ist eine ölartige, hellgelbe Flüssigkeit, welche nicht erstarrt. Die Hauptfraktion siedet unter vermindertem Druck (30 mm) bei 170°; bis −40° abgekühlt, gefriert sie und bildet schöne, seidenartige, große, weiße Nadeln, welche in Alkohol und Äther löslich sind und wahrscheinlich bei ungefähr 0° schmelzen. Der Geruch ist außerordentlich widrig und greift stark die Schleimhäute an.

0·1498 g Subst. ergaben 0·2152 g $BaSO_4$
0·1114 g „ „ 0·6 ccm N (11°, 710 mm)

	S	N
Gef.:	19·66	8·56
Berech.: für C_9H_9NS	19·65	8·60

4. m-Xylylensulfocyanat



$NCS-CH_2-C_6H_4-CH_2-SCN.$

Dieses Produkt entsteht augenblicklich, sogar bei Zimmertemperatur. Aus Alkohol umkristallisiert, bildet es kleine, farblose Nadeln, welche bei 60° schmelzen und in Äther unlöslich sind.

Dabei zeichnet sich dieses Sulfocyanat durch einen höchst ätzenden Geruch aus, welcher die Kleider und die Geräte durchdringt und lange Zeit nicht verschwindet.

0·0623 g Subst. ergaben 0·0182 g $BaSO_4$
0·0634 g „ „ 7·5 ccm N (18°, 731·46 mm)

	S	N
Gef.:	29·11	13·13
Berech.: für $C_{10}H_8N_2S_2$	29·11	12·73

5. o-Xylylsulfocyanat



$CH_3-C_6H_4-CH_2-SCN.$

Das rohe Produkt erstarrt bei längerer Abkühlung. Aus Alkohol umkristallisiert, bildet es einen glasartigen Körper, welcher

[1]) Diese Verbindung wurde schon früher von Henry L. Wheeler und Treat B. Johnson als bei 147° (12 mm) siedendes Öl beschrieben. Zentralblatt 1901, II., S. 766.

bei 18^{0}—$18\frac{1}{2}^{0}$ schmilzt und in Alkohol und Äther löslich ist. Der Geruch ist auch sehr ätzend.

0·2181 g Subst. ergaben 0·3101 g $BaSO_4$
0·1524 g „ „ 12·1 ccm N (40°, 717 mm)

	S	N
Gef.:	19·50	8·79
Berech.: für C_9H_9NS	19·65	8·60

6. o-Xylylensulfocyanat



$NCS—CH_2—C_6H_4—CH_2—SCN.$

Aus Chloroform umkristallisiert, bildet es ziemlich große Prismen, welche bei 79° schmelzen und in Alkohol und Äther unlöslich, aber in Chloroform löslich sind. Der Geruch ist auch ätzend.

0·0941 g Subst. ergaben 0·02736 g $BaSO_4$
0·0991 g „ „ 11·7 ccm N (21°, 731·64 mm)

	S	N
Gef.	29·07	12·88
Berech.: für $C_{10}H_8N_2S_2$	29·11	12·73

Lemberg, I. Chem. Universitätslaboratorium.

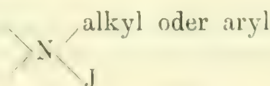
---

36. *Jodowe pochodne alkaloidów chinowych.—Jodderivate der Chinaalkaloide.* Mémoire de M. **T. KOŹNIEWSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Bis zur letzten Zeit sind die sogenannten Perjodide oder Superjodide, welche ihrer Natur nach zu den Salzen der Alkaloide gehören, die einzigen Repräsentanten der Jodderivate der Alkaloide gewesen. In der Molekel eines Superjodides findet sich das System



im allgemeinen



und außerdem zwei oder auch mehr Jodatome, die, wie man allgemein zu sagen pflegte, nur lose mit dem übrigen Teil der Molekel verbunden sind. Einerseits infolge der ungemein einfachen Darstellungsweise der Superjodide, — da diese direkt unter Einwirkung einer wäßrigen Jodjodkalium-Lösung auf neutrale oder nur schwach saure wäßrige Lösungen von Alkaloidsalzen entstehen,—und anderseits infolge ihrer großen Kristallisationsfähigkeit bei ziemlich verschiedenen Bedingungen, sind bis jetzt die Superjodide aller gemeinen und mehrerer selteneren Alkaloide dargestellt und beschrieben worden. Das von Pelletier und Bouchardat[1]) angebahnte Studium der Perjodide wurde von Jörgensen[2]), Bauer[3]), Hilger[4]) und Hesse[5]) in den Jahren 1869—1877 weiter fortgesetzt. Prescott und Gordin[6]) und auch Kippenberger[7]) haben die Fähigkeit der Alkaloide, Perjodide zu bilden, zu ihrer maßanalytischen Bestimmung benutzt, ohne indessen die entsprechenden Perjodide in reinem Zustande abzusondern und zu untersuchen. Die meisten Daten, die sich auf die chemische Zusammensetzung und das Verhalten der Perjodide, hauptsächlich aber auf deren kristallographische und optische Eigenschaften beziehen, finden sich in den schönen Arbeiten von Jörgensen.

Bezüglich der Konstitution dieser Verbindungen vertritt dieser Autor zwei folgende verschiedene Meinungen: 1) Es sollen Verbindungen von Alkaloidsalzen mit lose gebundenem Jod sein, der passend „Molekularjod" genannt wird, da er in mancher Beziehung die Eigenschaften des freien Jods besitzt. Jörgensen betrachtet somit diese Verbindungen als Molekularverbindungen, indem er dieselben als solche bezeichnet, „die sich der Theorie der konstanten Atomigkeit nicht anpassen wollen" [8]). 2) „Wenn man aber

[1]) Manuel de Matière médicale, de Thérapeutique et de Pharmacie. 4. Edition, 1864. 2. Vol.

[2]) Journ. f. Prakt. Chemie [2] 2, S. 433. 1870; 3, S. 145, 328. 1871; 14, S. 213, 356. 1876; 15, S. 65, 418. 1877.

[3]) Jahresber. Chem. 1874. S. 860. Arch. der Pharm. 205, S. 289.

[4]) Über die Verbindungen des Jods mit den Pflanzenalkaloiden. Würzburg 1869.

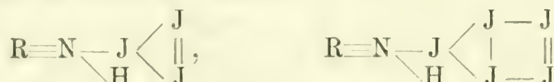
[5]) Ann. 135, (328) 1865.

[6]) Journ. Amer. Chem. Soc. 20, S. 329 — 339, 716 — 729. Chem. Zentrlbl. 1898. II. S. 113, 512, 861.

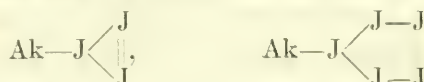
[7]) Zeitschrift f. Anal. Ch. 34, S. 295. 1895; 35. S. 10, 407, 422. 1896; 38, S. 230 (226, 278), 280. 1899; 39, S. 435. 1900.

[8]) Journ. f. Pr. Ch. [2] 15, 1877. S. 422, 423.

dieselben", sagt er weiter [1], „als chemische Verbindungen betrachten will, so scheint es mir am einfachsten, ihre Theorie aus der Vielwertigkeit des Jods zu entwickeln". Die Addition des loser gebundenen Jods würde somit vermittelst des sich am Stickstoff befindenden Jods im Sinne des Schemas



zustande kommen, oder im Sinne des Schemas [2])



Außer den Arbeiten Jörgensens scheint die Literatur über die Konstitution der Alkaloidperjodide sehr spärlich zu sein, ich finde wenigstens in der diesbezüglichen Literatur keine Angaben darüber. In einer Arbeit über „Jodderivate des Strychnins und Brucins" von J. Buraczewski und T. Koźniewski [3]), werden zwei Verbindungen Dijodstrychnin und Dijodbrucin angeführt, die zu einer anderen Reihe der Alkaloidjodderivate gehören.

Diese sind durch Einwirkung von CS_2-Jodlösung auf alkoholische Lösungen von freien Strychnosbasen erhalten worden. Es sind kristallinische, schwer zersetzliche Verbindungen, deren charakteristisches, sie von allermöglichen Superjodiden scharf unterscheidendes Merkmal ihre sehr geringe Löslichkeit in Alkohol und Aceton bildet, während alle Superjodide der Alkaloide in heißem Alkohol verhältnismäßig leicht, in Aceton aber schon in der Kälte ungemein leicht löslich sind.

Gegenwärtig ist es mir auf demselben Wege gelungen, Dijodderivate einiger Chinaalkaloide, und zwar des Cinchonins und des Chinidins (Conchinins) von der Zusammensetzung $C_{19}H_{22}N_2OJ_2$ und $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2$ zu erhalten.

Diese sind ihrem äußeren Aussehen so wie auch ihren allgemeinen physischen und chemischen Eigenschaften nach dem Dijodstrychnin und Dijodbrucin, hauptsächlich aber dem ersteren sehr ähnlich.

[1]) Journ. f. Pr. Ch. [2] **15**, 1877, S. 430. B. d. Ch. Ges. **2**, S. 465. 1869.

[2]) Guareschi, Einführung in das Studium der Alkaloide. Deutsche Bearbeitung v. Dr. Kunz-Krause, S. 435.

[3]) Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. 1908.

Die chemischen Eigenschaften aller diesen Körper lassen keinen Zweifel darüber, daß eine Addition, nicht aber eine Substitution der Jodatome zustande kommen mußte. Es ist dies auch schon von vornherein wahrscheinlich, wenn man die direkte, sofortige Ausscheidung dieser Körper nach Zusatz von CS_2-Jodlösung berücksichtigt. Die Tatsache, daß in allen diesen Körpern ein Jodatom weder eliminiert, noch durch ein H-Atom, CN oder irgend eine andere Gruppe substituiert werden kann, bestätigt noch die Annahme einer Addition der Jodatome; andererseits wird unter Einwirkung der alkoholischen Kalilösung die ganze Menge Jod abgeschieden, indem die freie Base dabei unverändert regeneriert wird. Bei dieser Operation ist es zweckmäßig, eine Auflösung von Kaliumhydroxyd in reinem Methylalkohol anzuwenden, um die Entfernung des andernfalls entstehenden Jodoforms zu vermeiden.

Das Verhalten des Dijodcinchonins und Dijodchinidins gegen alkoholisches Kali ist demgemäß gänzlich von dem Verhalten des von Comstock und Königs[1]) dargestellten Dibromcinchonins verschieden; das letztere gibt bei dieser Behandlung Dehydrocinchonin.

In wäßrigen, nicht allzu konzentrierten Alkalien, Ammoniak und Mineralsäuren sind die Dijodderivate der Chinaalkaloide unlöslich, erleiden aber eine allmähliche Zersetzung bei Einwirkung von konzentrierteren Säuren. Schüttelt man sie mit 40—50%-iger wäßriger Kalilösung, 10 bis 15%-iger Silbernitratlösung oder einer Suspension von metallischem Quecksilber, so geben sie einen Teil des Jods ab.

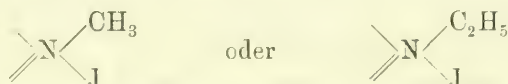
In Ligroin sind sie absolut unlöslich; Äther, Benzol und Schwefelkohlenstoff werden von ihnen kaum gefärbt; etwas besser lösen sie sich in Aceton, absolutem Äthylalkohol, Essigäther, Amylalkohol und Chloroform. Dijodcinchonin mit größerer Menge Alkohol unter Rückflußkühler erhitzt, löst sich ziemlich geschwinde auf, wird aber dabei zersetzt, und beim Abkühlen scheiden sich aus solcher Lösung keine kristallinischen Körper ab. Dijodchinidin löst sich in warmem Alkohol viel leichter auf und kann bei gewisser Vorsicht aus 90%-igem Alkohol umkristallisiert werden; es ist aber angezeigt, dasselbe nicht zum Sieden zu erhitzen. Bei wiederholtem Umkristallisieren erhält man sicher ein jodärmeres Produkt, da der Jodver-

[1]) B. d. d. Chem. Ges. 17, S. 1995. 1884; 19, 2856. 1886.

lust von $1\,^0/_0$ bis $1{\cdot}5\,^0/_0$ steigt; dieser Jodverlust kann durch Hinzufügen einer geringen Menge CS_2-Jodlösung zu der Flüssigkeit vor dem Filtrieren vermieden werden.

Jedenfalls sind warmer Methyl- und Äthylalkohol die einzigen Lösungsmittel, wenn man Dijodcinchonin oder Dijodchinidin gewissen Reaktionen unterziehen will, bei denen der Zusammenhang zwischen der Jod- und Alkaloidmolekel weder eine Auflösung noch eine Veränderung zu erleiden scheint.

Erwärmt man eben gepulvertes Dijodcinchonin mit Jodmethyl und Alkohol unter Rückflußkühler, so tritt eine Verbindung zwischen Dijodcinchonin und einer Molekel Jodmethyl ein, indem ein Körper von der Zusammensetzung $C_{19}H_{22}N_2O \, . \, CH_3J$ entsteht; Dijodchinidin reagiert mit Jodmethyl, Jodäthyl und sogar mit anderen Hologenalkylen, wie z. B. mit C_2H_5Br. Die Fähigkeit des Dijodchinidins, auch andere höhere Halogenalkyle aufzunehmen, hängt wahrscheinlich mit seiner größeren Stabilität beim Erwärmen mit Alkohol zusammen. Die Produkte der letztgenannten Reaktionen gehören zur Reihe der Superjodide, die ungemein leicht in Aceton und ziemlich leicht in Alkohol löslich sind und das charakteristische System



besitzen, außer den zwei schon in Dijodderivaten befindlichen Jodatomen.

Die Tatsache, daß die Verbindungen $C_{19}H_{22}N_2OJ_2 \, . \, CH_3J$ $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2 \, . \, CH_3J$, $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2 \, . \, C_2H_5J$ u. s. w. durch vorheriges Einführen von zwei Atomen Jod und nachheriges Hinzufügen von einer Molekel Haloidalkyl entstehen, spricht gegen die Annahme, daß diese zwei Jodatome mit dem Rest der Molekel vermittels des am Stickstoff stehenden Jods verbunden sein sollen, und bezeugt die gegenseitige Unabhängigkeit jener zwei „Jodgestalten".

Man kann die Reihenfolge ändern, indem man vorerst eine Molekel Jodmethyl, resp. Jodäthyl hinzufügt und die auf diese Weise erhaltene Jodalkylverbindung der Jodierung auf eben dieselbe Weise wie bei freier Base unterwirft.

Man bekommt in diesem Falle ein mit dem früheren ganz identisches Produkt, das dieselbe Zusammensetzung und dieselben chemischen Eigenschaften, denselben Schmelzpunkt und dieselbe kri-

stallinische Struktur besitzt. Auf diese letzte Weise hat eben Jörgensen seine Superjodide der Chinabasen erhalten; sein Verfahren zeigte nur den Unterschied, daß er in größeren Verdünnungen und häufig auch mit wäßrigem Alkohol operierte, da er nicht CS_2-, sondern Alkoholjodlösung gebrauchte.

Die von ihm dargestellten Superjodide besitzen um 20°—25° niedrigere Schmelzpunkte als die meinigen; es ist höchst wahrscheinlich, daß sie Kristallisationswasser enthielten.

In seinen Superjodiden bestimmte Jörgensen nur den Jodgehalt, indem er dieselben mit Zink und Ammoniak zerlegte und das Filtrat mit Silbernitrat fällte. Es konnten wohl bei der Aufstellung der Formel für so große Molekeln auf Grund der Jodzahl allein Differenzen bezüglich anderer Elemente oder Gruppen entstehen. Die totale Analyse wurde von ihm nur für Cinchoninsuperjodid [1]) ausgeführt, in welchem er auch die Anwesenheit einer Molekel Kristallisationswasser feststellte, wobei er als Formel desselben $C_{20}H_{24}N_2OHJ_3 \cdot H_2O$ aufstellte (für Cinchonin war damals bekanntlich die Formel $C_{20}H_{24}N_2O$ in Geltung). Die von mir beabsichtigten kristallographischen Messungen werden wahrscheinlich auf diese Frage ein besseres Licht werfen; ebenso hoffe ich durch Umkristallisieren meiner Superjodide aus wäßrigem Alkohol Körper zu erhalten, die die Schmelzpunkte der Jörgensen'schen Superjodide besitzen.

Die Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in den weiter unten beschriebenen Präparaten wurde in einer mit Kupferoxyd gefüllten und neben einer kupfernen Spirale noch mit einer silbernen Spirale versehenen Röhre ausgeführt. Die Jodbestimmung wurde nach Carius und nach Pringsheim [2]) durch Verbrennen der Substanz mit Hilfe des Natriumsuperoxyds in einem speziellen Tiegelchen ausgeführt. Diese letztere Methode gab bei sorgfältiger Ausführung ganz gute Resultate, die mit den nach Carius erhaltenen sehr gut stimmten.

Die Bestimmung des Jods nach Carius in den an Jod so reichen (gegen 50%) Körpern erwies sich jedoch immer als die zuverlässigste und entsprechendste, umsomehr da es in diesem Falle vollständig genügte, die Röhre nur auf 220—240° zu erwärmen.

[1]) Journal f. Prakt. Ch. [2] 3, S. 149, 150. 1871.

[2]) Ber. d. deut. chem. Ges. 36, 4244. 1903; 38, 2459. 1905; 41, 4267. 1908.

In den Superjodiden können $^2/_3$ der ganzen Jodmenge, also die den zwei Atomen entsprechende Menge, maßanalytisch bestimmt werden, wenn man 0·5—0·8 g Superjodid in 15—20 g Aceton auflöst, wobei sich dieser braun färbt, und mit $^1/_{10}$ n Natriumthiosulfatlösung bis zur Entfärbung, welche ganz scharf zustande kommt, titriert.

Kippenberger, der als erster die charakteristische Lösungsfähigkeit der Alkaloidperjodide in Aceton beobachtete, berichtet über seine Versuche, solche Lösungen mit Natriumthiosulfatlösung zu titrieren; er war aber mit den Resultaten wenig zufrieden, weil diese immer zu niedrig ausfielen; die bei der Bestimmung verloren gegangene Jodmenge war immer ziemlich hoch, wenn die Acetonsuperjodidlösung vor der Bestimmung längere Zeit (einige Stunden) stehen gelassen wurde. Die Ursache davon ist, daß das Jod sogar in neutralen Lösungen auf Aceton einwirkt; und in diesem Falle muß eine langsame Jodabspaltung vor sich gehen. Der Verfasser hat sich aber überzeugt, daß man ganz unbedeutende Differenzen bekommt, „wenn man sofort nach dem Auflösen des Superjodids in Aceton titriert“ [1]). Leider gibt er aber die Zahlen nicht an. Ich habe mich überzeugt, daß die Resultate genügend genau sind, wenn man reine, trockene Superjodide, die genau in einem kleinen Erlenmayerkolben abgewogen werden sollen, und als Lösungsmittel ganz reines, trockenes Aceton verwendet. Es ist selbstverständlich, daß die Titration sofort nach Auflösung des Superjodids ausgeführt werden kann und muß; eine Verzögerung der Titration um 15—20 Minuten ist jedoch ohne jede Bedeutung. Jörgensen hat einige in kaltem Alkohol leicht lösliche Superjodide, wie Cinchonin- und Morphin-Superjodid, in alkoholischen Lösungen mit Natriumthiosulfat titriert und dabei gute Resultate erhalten, die den $^2/_3$, resp. $^3/_4$ des ganzen Jods entsprachen. Diese $^2/_3$, resp. $^3/_4$ sind, wie er sagt, loser gebunden. Aber die Anwendung von Aceton ermöglicht und vereinfacht die Titration aller Superjodide.

Dijodcinchonin

bildet orangegelbe Kriställchen, die, unter dem Mikroskope betrachtet, kurze, immer einartige Prismen darstellen. Der Schmelzpunkt, der zugleich auch Zersetzungspunkt ist, wurde zu 147—149° be-

[1]) Z. f. Anal. Chem., 35, S. 407.

stimmt. Die Kristalle sind schwer und sinken in der Flüssigkeit leicht zu Boden. Man sammelt sie am besten auf einem harten Filter unter vermindertem Druck und wäscht mit Alkohol und Äther aus.

Analyse:

0·1926 g Sub. gaben 0·294 CO_2 und 0·0752 H_2O
0·1740 „ „ „ 8·5 cm^3 N bei t^0 20° und Druck 742 mm
0·2109 „ „ „ 0·181 g AgJ (Carius)

Gefunden	Berechnet nach der Formel $C_{19}H_{22}N_2OJ_2$
C% = 41·59	C% = 41·61
H% = 4·37	H% = 4·05
N% = 5·45	N% = 5·12
J% = 46·37	J% = 46·30

Dijodchinidin

bildet ein analoges Produkt. Der Schmelzpunkt und zugleich Zersetzungspunkt 157—159°.

Analyse:

0·1797 g Sub. gaben 0·2714 CO_2 und 0·0683 H_2O
0·21675 „ „ „ 0·1763 „ AgJ (Carius)

Gefunden	Berechnet nach der Formel $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2$
C% = 41·19	C% = 41·52
H% = 4·26	H% = 4·19
J% = 43·94	J% = 43·89

Cinchoninsuperjodid (Dijodcinchoninhydrojodid).


$C_{19}H_{22}N_2OJ_2HJ.H_2O.$

Wenn man bei Einwirkung von Jod auf Cinchonin etwa 10—15% Jod mehr verwendet, als theoretisch zur Bildung von Dijodcinchonin nötig, so wird die Qualität des erhaltenen Produktes gar nicht beeinträchtigt, die quantitative Ausbeute aber erleidet eine erhebliche Verminderung.

Die von der kristallinischen Masse abfiltrierte Flüssigkeit hinterläßt beim freien Abdampfen an der Luft in einem flachen Gefäße eine dunkle, mehr oder weniger spröde Masse, die eine etwas

unbestimmte kristallinische Struktur aufweist. Das Umkristallisieren aus 90—96%-igem Alkohol gelingt nicht. In 50%-igem Alkohol in der Wärme löst sich der größte Teil dieses Rückstands auf und beim längeren Stehen nach Abkühlung scheiden sich aus der Lösung schöne kirschrotgefärbte Kristalle aus vom Schmelzpunkt 89—91°. Diese Kriställchen lösen sich außerordentlich leicht in Aceton und sind, wie sich aus ihrer Analyse erweist, nichts anderes als ein Superjodid des Cinchonins mit einer Molekel Kristallisationswasser.

Analyse:

0·1992 g Substanz gaben 0·2414 CO_2 und 0·0835 H_2O
0·2074 „ „ „ 0·211 g AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel  $C_{19}H_{22}N_2OJ_2HJ\,.\,H_2O$
C% = 33·05	C% = 32·86
H% = 4·7	H% = 4·57
J% = 54·97	J% = 54·85

Zur Entfärbung von 0·7277 g Substanz, welche in 25 g Aceton gelöst war, wurden 20·75 cm³ Natriumthiosulfatlösung verbraucht, von der 1 cm³ 0·012543 g Jod entspricht.

Diese Menge Natriumthiosulfat enspricht 35·78% J und nach der obigen Formel entsprechen zwei Atome 36·56% Jod.

Das Produkt der Einwirkung des Jodmethyls auf Dijodcinchonin. Dijodcinchoninjodmethylat.


$C_{19}H_{22}N_2OJ_2.CH_3J.$

Wenn man das gepulverte Dijodcinchonin mit etwas mehr als einer Molekel Jodmethyl und 20—30-facher Menge 96%-igen Alkohol erwärmt, so geht es in Lösung über, aus welcher sich später dunkle Kristalle abscheiden. Man filtriert und wäscht sie wie gewöhnlich und trocknet im Exsikkator. Sie schmelzen und zersetzen sich bei 193—195°. In Aceton lösen sie sich außerordentlich leicht.

Analyse:

0·1875 g Substanz gaben 0·24085 CO_2 und 0·0629 H_2O
0·1793 „ „ „ 0·1832 AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel
	 $C_{19}H_{22}N_2OJ_2 . CH_3J$
C% = 35·02	C% = 34·79
H% = 3·76	H% = 3·65
J% = 55·2	J% = 55·16

Zur Entfärbung von 0·7045 g in Aceton gelöster Substanz wurden 20·15 cm³ der oben erwähnten Natriumthiosulfatlösung verbraucht. Dies entspricht 35·88% Jod; J_2 beträgt in Prozenten berechnet nach der obigen Formel, 36·78%.

Da das von Jörgensen aus Jodmethylcinchonin erhaltene Superjodid, von demselben Methylcinchonintrijodid genannt, den Schmelzpunkt 161—162° besaß, so lag die Vermutung nahe, daß bei Einwirkung von Jodmethyl auf Dijodcinchonin das Jodmethyl sich am N-Atome in dem Lepidin- und nicht in dem Loiponteile des Alkaloids binde. Diese Vermutung ist aber nicht richtig.

Das nach Freund[1]) und Rosenstein oder Stahlschmidt[2]) dargestellte Jodmethylcinchonin wurde durch Umkristallisieren gereinigt, so daß sein Schmelzpunkt genau bei 254° lag; sodann wurde es mit CS_2-Jodlösung versetzt. Das Produkt der Reaktion war mit dem bei Einwirkung von Jodmethyl auf Dijodcinchonin erhaltenen identisch. Schmelzpunkt 195°—196°.

Ein anderes Präparat ergab 194—195°.

Jodbestimmung.

0·2102 g Subst. gaben 0·2142 g AgJ.

Gefunden	Berechnet
J% = 55·05	J_3% = 55·16

Auf 0·447 g der in Alkohol gelösten Substanz wurden 12·7 cm³ der oben genannten Natriumthiosulfatlösung verbraucht.

Gefunden	Berechnet
J% = 35·63	J_2% = 36·78

Dijodcinchonin verbindet sich nicht mit Jodäthyl. Bei dem wie bei Methylierung analog angestellten Versuche scheiden sich aus der alkoholischen Lösung auch bei längerem Stehen keine Kri-

[1]) Ann. **277** (277) 1893.

[2]) Ann. **90** (219).

stalle aus. An der Luft abgedampft, gibt die Lösung einen Rückstand von unbestimmt kristallinischer Struktur, der nach Umkristallisieren aus 50%-igem Alkohol sich einfach als Cinchoninsuperjodid von der Formel $C_{19}H_{22}N_2OJ_2HJ \, . \, H_2O$ und Schmelzpunkt 89—91° erweist.

Das α-Jodäthylcinchonin (nicht aber das Skraup'sche isomere β-Jodäthylcinchonin) gibt aber bei auf gewöhnlichem Wege durchgeführter Jodierung ein Trijodderivat. Dieses Superjodid schmilzt bei 160—162°, während der Schmelzpunkt des von Jörgensen dargestellten Äthylcinchonintrijodids bei 141—142° liegt.

Analyse:

0·2017 g Subst. gaben 0·2670 CO_2
0·1675 g Subst. gaben 0·1664 AgI

Gefunden	Berechnet nach der Formel
	 $C_{19}H_{22}N_2O \, . \, C_2H_5J + J_2$
C% = 36·10	C% = 35·81
J% = 53·68	J% = 54·07

Das einfachste Superjodid des Chinidins habe ich in kristallinischer Form nicht erhalten können.

Das Produkt der Einwirkung des Jodmethyls auf Dijodchinidin. Dijodchinidinjodmethylat $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2 \, . \, CH_3J$.

Dijodchinidin mit Jodmethyl gab, wie oben behandelt, einen schönen kristallinischen Körper, der etwas heller zimmtfärbig ist als die Superjodide des Cinchonins. Der Schmelzpunkt verschiedener Präparate beträgt 195—197°, 195—196°, 194°.

Analyse:

0·1722 g Substanz gaben 0·2196 CO_2 und 0·0587 H_2O
0·1930 „ „ „ 0·1885 AgJ

Gefunden	Berechnet nach der Formel
	 $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2 \, . \, CH_3J$
C% = 34·78	C% = 35·01
H% = 3·82	H% = 3·78
J% = 52·77	J% = 52·86

Zur Entfärbung von 0·5351 g Subst. wurden 15·0 cm³ Natriumthiosulfatlösung verbraucht.

Gefunden	Berechnet nach der Formel
	 $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2 . CH_3J$
$J\% = 35{\cdot}16$	$J_2\% = 35{\cdot}24$

Vergleichshalber habe ich das Jodmethylat des Chinidins dargestellt und dasselbe nach Auflösen in heißem Alkohol mit CS_2-Jodlösung behandelt. Das auf diese Weise erhaltene Produkt war mit dem obigen identisch; sein Schmelzpunkt beträgt 194—195°. Das entsprechende Superjodid Jörgensen's schmolz bei 164—165° [1]).

Die Jodbestimmung in meinem Superjodid ergab folgende Resultate:

0·1879 g Subst. gaben 0·1839 AgJ (Pringsheim).

Gefunden	Berechnet
$J\% = 52{\cdot}88$	$J_3\% = 52{\cdot}86$

Zur Entfärbung von 0·7236 g meines in Aceton gelösten Superjodids wurde 1) 20·2 cm³ Natriumthiosulfat verbraucht 2) von 0·7882 g — 22·15 cm³.

Gefunden	Berechnet
1) $J\% - 35{\cdot}02\%$	$J_2\% = 35{\cdot}24$
2) „ $- 35{\cdot}17\%$	

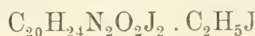
Das Produkt der Einwirkung des Jodäthyls auf Dijodchinidin. Dijodchinidinjodäthylat $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2C_2H_5J$

wird auf analoge Weise erhalten; die Ausbeute ist viel kleiner. Dasselbe ist ein kristallinischer, zimmtgelbgefärbter Körper, der sich in kaltem Alkohol viel leichter als die früheren Superjodide löst.

In heißem Alkohol löst er sich sehr leicht. Schmelzpunkt 176°—178°

Analyse:

0·1965 g Subst. gaben 0·1876 g AgJ.

Gefunden	Berechnet nach der Formel
	 $C_{20}H_{24}N_2O_2J_2 . C_2H_5J$
$J\% = 51{\cdot}58$	$J_3\% = 51{\cdot}85$

Titration: Zur Enfärbung von 0·7156 g des in Alkohol gelösten Superjodids wurden 19·4 cm³ Natriumthiosulfat verbraucht.

Gefunden	Berechnet für J_2
$J\% = 34\cdot36$	$J_2\% = 34\cdot57$

Über die Produkte der Einwirkung des Brommethyls und anderer Halogenalkylate auf die beschriebenen Dijodderivate werde ich später berichten.

Was die Dijodderivate anderer Alkaloide betrifft, so habe ich folgende erhalten:

Dijodpapaverin (goldgefärbte Nadeln, Schm.-P. 126°—127°). Dijodberberin (dunkelgelbe Nädelchen), ein Jodderivat des Narceins, Dijodthebain (rote Prismen, dem Dijodstrychnin sehr ähnlich), dagegen konnte ich entsprechende Körper weder aus dem in Alkohol schwer löslichen Morphin, noch aus dem leicht in Alkohol löslichen Kodein erhalten. Ebenso mißglückten mir die Versuche mit Akonitin, Kolchicin und Veratrin. Mit den Studium der Jod- und Bromderivate des Chinins ist zur Zeit, so viel ich weiß, Dr. J. Buraczewski, mit dem ich gemeinschaftliche Studien über die Jodderivate der Alkaloide begonnen habe, beschäftigt. Aus den bisher erhaltenen Resultaten kann man schließen, daß die Fähigkeit, additive Dijodderivate zu bilden, denjenigen Alkaloiden eigen ist, die den Chinolin- oder Isochinolinkern besitzen.

Diese Verbindungen könnte man als jodsubstituierte Dihydrochinolinderivate betrachten.

Zu dieser Auffassung berechtigt uns die Tatsache, daß entsprechende Derivate der einfachsten Chinolinkörper wirklich existieren (Dijodchinolin etc.)[1].

---

37. *Aglutynacya i hemoliza ciałek krwi za pomocą soli metali ciężkich. — Agglutination und Hämolyse von roten Blutkörperchen unter dem Einfluß von Salzen schwerer Metalle.* Mémoire de MM. **J. DUNIN-BORKOWSKI** et **Z. SZYMANOWSKI**, présenté par M. L. Marchlewski m. t.

Die Forschung nach hämolytisch wirksamen Verbindungen wird heutzutage mit Eifer betrieben. Diese Forschung bezieht sich jedoch

[1]) Die entsprechende Literatur siehe bei Roscoe-Schorlemmer, Lehrbuch der Organischen Chemie, Band VII, S. 535.

vorwiegend auf die Wirkung von Säuren, Basen und organischen Verbindungen; dagegen sind die anorganischen Salze fast unbeachtet geblieben. Für die Theorie der Hämolyse wäre es wichtig zu wissen, inwiefern die hämolytische oder agglutinierende Wirkung einer Verbindung der chemischen Verwandtschaft der Elemente parallel ist. So z. B. wissen wir nicht, ob die mit den Quecksilbersalzen so nahe verwandten Kupfersalze gleichfalls eine starke hämolytische Wirkung entfalten. Das Wesen der Agglutination ist bis jetzt noch wenig aufgeklärt. Man sollte erwarten, daß eine Blutkörperchensuspension sich unter gewissen Umständen ähnlich verhält wie eine Kolloidemulsion.

Unsere Versuche haben orientierenden Charakter; sie verfolgen den Zweck, Tatsachenmaterial zu liefern, um tieferes Eindringen in das Wesen der hämolytischen und der Agglutinationsreaktion zu ermöglichen.

Die zum Versuch verwendeten Blutkörperchen sind zunächst mindestens dreimal in isotonischer, 1·307% Lösung von reinstem $NaNO_3$ (Kahlbaum) gewaschen worden. Als Reagentien wurden nur reinste Präparate von Merck benutzt, gleichfalls in 1·307% $NaNO_3$-Lösung. Es wurde nach der üblichen Methodik der hämolytischen Untersuchungen verfahren. In eine Reihe möglichst gleicher Eprouvetten wurde zunächst die hämolysierende Lösung gegossen und mit physiologischer $NaNO_3$-Lösung bis 5 ccm aufgefüllt; dann wurden 5 ccm einer 4% Blutkörperchensuspension zugefügt. Nach genauer Durchmischung kamen die Röhrchen auf 2 Stunden in einen Brutschrank von 37° und dann auf 12 Stunden in den Eiskasten.

Leichte Metalle und alkalische Erden haben wir bei Seite gelassen, da die Untersuchungen über Isotonie eine Fülle von diesbezüglichen Tatsachen enthalten.

Versuche mit Eisensalzen haben wir in der Literatur fast nicht gefunden, wenn wir von einer Mitteilung über die Wirkung der Adsorption von kolloidalem Eisen durch Blutkörperchen auf die hämolytische Wirkung des Saponins[1]) absehen.

Unsere Versuche sind in den Tabellen I und I A zusammengestellt:

[1]) Comptes Rendus de la Soc. de Biologie, Band 61, SS. 39, 41, 124, 1906.

TABELLE I.

	$FeSO_4$	Hämol		$FeCl_3$	Hämol	
0·001 *n*	0·1—0·9 ccm	0%	0·001 *n*	0·1—0·9 ccm	4%	Sediment rot
0·01 *n*	0·1	90 „	0·01 *n*	0·1	4 „	
	0·2	100 „		0·2	4 „	
	0·3	100 „		0·3	8 „	
	0·4	90 „		0·4	17 „	
	0·5	Flüssigkeit bierbraun, von zunehmender Sättigung, Niederschlag flockig		0·5	Flüssigkeit und Sediment braun	
	0·6			0·6		
	0·7			0·7		
	0·8			0·8		
	0·9			0·9		
0·1 *n*	0·1	Der Niederschlag wird immer reichlicher	0·1 *n*	0·1		
	0·2			0·2		
	0·3			0·3	Flüssigkeit hellgelb Sediment grau, kompakt	
	0·4			0·4		
	0·5			0·5		
	0·6			0·6		
	1·5	Flüssigkeit gelb, Niederschlag kompakt		1·5		
	2·0	Fl. hellgelb / Niederschlag braun		2·0		
	4·0	Fl. wasserklar / Niederschlag braun		4·0		

TABELLE I A.

	$Fe(NO_3)_3$	
0·25%	0·1 ccm	Flüssigkeit klar, farblos; Blutkörperchen mikroskopisch unverändert, deutlich am Boden agglutiniert
	0·2	
	0·3	
	0·5	
	0·6	
	0·7	Flüssigkeit gelblich
	0·8	Flüssigkeit gelblich-rot
	0·9	Hämolyse zirka 40%, Niederschlag flockig
2·5%	0·1	
	0·3	
	0·5	
	0·7—4·0 ccm	Blutkörperchen im Sediment (von schwarzer Farbe) gut erhalten

Nach unseren Versuchsergebnissen wird vollständige Hämolyse nur durch $FeSO_4$ erzeugt. Der Farbenumschlag bei 0·5—0·9 ccm

einer 0·01-normalen Lösung wird wahrscheinlich durch sekundäre Einwirkung von Eisen auf die hämolysierte Flüssigkeit verursacht. Das Sediment ist flockig und enthält keine Blutkörperchen. Ganz anders als $FeSO_4$ und $FeCl_3$ verhält sich $Fe(NO_3)_3$. Bei den schwächsten Konzentrationen 0·1 — 0·6 ccm einer 0·25% Lösung erfolgt eine deutliche Agglutination von morphologisch unveränderten, rot gefärbten Blutkörperchen. Von 0·7 ccm ab bekommt die Flüssigkeit eine rötlich-gelbe Farbe von zunehmender Sättigung; die Blutkörperchen werden dunkel und trübe; das Sediment zeigt immer mehr flockige Beschaffenheit, die Farbe der Flüssigkeit, welche jedenfalls als Effekt einer der Hämolyse sehr nahe stehenden Erscheinung zu betrachten ist, erreicht bis 40% der Skala. Weiter wird die Farbe immer heller, die Blutkörperchen bilden einen kompakten, fast schwarzen Klumpen am Boden der Eprouvette und sind mikroskopisch fast unverändert geblieben.

Mangansalze erzeugen weder Hämolyse noch Agglutination.

Chromsalze sind für hämolytische Beobachtungen wegen ihrer intensiven Farbe wenig geeignet, CrO_3 wirkt agglutinierend: in Gegenwart von 0·1—0·9 ccm einer 0·01% Lösung wird das anfänglich rote Blutkörperchensediment nach und nach chokoladebraun; von 0·6 ccm einer 0·1% CrO_3-Lösung ab wird das Sediment intensiv braun gefärbt.

Kobalt- und Nickelsalze wirken verschieden. $CoSO_4$ und $NiSO_4$ sind hämolytisch unwirksam. Anders verhalten sich die Chloride dieser Metalle.

TABELLE II.

		$CoCl_2 . 6H_2O$		$NiCl_2 . 6H_2O$	
0·1 *n*	0·1—0·5 ccm	0		0	
	1·0	30%		0	
	2·0	40 „		0	Spuren von Agglutination
	3·0	50 „		0	Agglutination von zunehmender Stärke
	4·0	40 „	Spuren von Agglutination	0	
	5·0	30 „		0	
	6·0	30 „		0	
	7·0	25 „		0	Vollständige Agglutination, Blutkörperchen kompakt am Boden zusammengeballt
	8·0	20 „		0	
	9·0	20 „		0	

Zinksalze ($ZnCl_2$ und $ZnSO_4$) in 0·1 *n*-Lösung wirken stark agglutinierend, ohne die rote Farbe der Blutkörperchen zu verändern.

Kupferchlorid ($CuCl_2$) agglutiniert ebenfalls sehr stark schon in 0·001 *n*-Lösung, ohne Hämolyse zu erzeugen.

0·001 *n*	0·1	ccm	Hämolyse = 0 Agglutination sehr stark, Sediment rot
	0·2		
	0·5		
	1·0		
	2·0		
	3·0—9·0		Sediment grau bis braun.

Eine 0·1 *n*-$CuCl_2$-Lösung agglutiniert nahezu momentan.

Von den Bleisalzen haben wir $Pb(NO_3)_2$ und $PbCl_2$ untersucht.

TABELLE III.

	$Pb(NO_3)_2$			$PbCl_2$		
0·01 *n*	0·1—0·9 ccm	5%	1/10 gesättigt	0·1 ccm	0%	
0·1 *n*	0·2			0·2	3 „	
	0·3	15 „		0·4—0·9	5 „	
	0·4—0·6	15 „	gesättigt	0·1	5 „	
	0·7—0·9	7 „		0·2	30 „	
	1·5	3 „		0·3	60 „	
	2·0	2 „		0·4	50 „	
	4·0	0 „		0·5	40 „	
	5·0			0·6—0·8	30 „	Sedim. braun
	6·0			1·5	10 „	
	7·0			4·0	5 „	

Über die Wirkung der Bleisalze berichtet Preti[1]): Bleinitrat soll die stärkste, das Hydroxyd die schwächste Wirkung ausüben; das Phosphat und das Karbonat sind unwirksam; nach unseren Erfahrungen wirkt $PbCl_2$ stärker als $Pb(NO_3)_2$.

Für die Versuche mit Silbersalzen wurden die Blutkörperchen so lange mit $NaNO_3$ gewaschen, bis das Waschwasser keine Reaktion mehr auf Chlorionen gab. Die Silbersalze zeichnen sich durch außerordentlich starke hämolytische Reaktion aus: auch in Zimmertemperatur dauert die vollständige Lösung nur wenige Mi-

[1]) C. R. de la Soc. de Biol. 65, S. 52. 1908.

nuten. In stärkeren Konzentrationen wird die Hämolyse schwächer. die Blutkörperchen klumpen sich rasch am Boden der Eprouvetten zusammen, wobei sie morphologisch fast unverändert bleiben. obgleich das Sediment einen Farbenumschlag aufweist. Dabei ist eine eigentümliche Erscheinung zu notieren: bei einer gewissen. gewöhnlich für das gegebene Salz konstanten Konzentration — in der Tabelle mit * bezeichnet — bleibt das Sediment fast in der ganzen Flüssigkeitsmenge verteilt und fällt nur äußerst langsam nieder. Wir haben hier mit einer auffallenden Hemmung der Sedimentierung zu tun, welche bei allen Silbersalzen auftritt; man könnte hier von partieller Agglutination sprechen, da die Blutkörperchen in kleinen Klümpchen zusammengeballt, nicht vereinzelt auftreten. Bei etwas stärkerer Konzentration, in den nächst folgenden Röhrchen, findet eine sehr starke Agglutination statt: die Blutkörperchen fallen fast momentan zu Boden und geben auch mikroskopisch das typische Bild der Agglutination. Am schönsten tritt diese Erscheinung auf mit Borsilber in einer Konzentration von 0·5—0·7 ccm einer gesättigten Lösung. Überhaupt erzeugen alle Silbersalze in Konzentrationen, die höher sind als diejenigen, welche die vollständige Hämolyse herbeiführen, eine typische Agglutination, wobei die Blutkörperchen mit erhöhter Geschwindigkeit zu Boden sinken und charakteristische Klümpchen bilden. Gleichzeitig ist ein deutlicher Farbenumschlag zu verzeichnen: die Blutkörperchen gewinnen eine exquisit chokoladebraune Farbe, obgleich sie morphologisch unverändert bleiben.

TABELLE IV.

	$AgNO_3$		$AgClO_3$	
0·0002 *n*	0·1 ccm	1%	0·1 ccm	40%
	0·2	30 „	0·2—0·3	40 „
	0·3	70 „	0·4—0·5	50 „
	0·4	80 „	0·7	60 „
	0·5	90 „	0·8	70 „
	0·6—0·9	100 „	0·9	90 „
0·002 *n*	0·1—0·9	100 „	0·1—0·9	100 „
0·01 *n*	0·2	90 „ *	0·1—0·6	100 „
	0·4	80 „	0·8	60 „
	0·6	70 „	1·0	50 „ *
	0·8	70 „	1·2	40 „ *

1·0 ccm	60%	1·4 ccm	15%*
1·5	25 „	1·6	6 „
2·0	9 „	1·8	6 „
2·5	6 „	2·0	6 „
3·0	0 „	4·0	0 „

TABELLE V.

Silbersulfat n 10 ccm = 6·5 ccm 0·1 n $AgNO_3$			Siberborat n 10 ccm = 1·2 ccm 0·1 n $AgNO_3$		
0·001 n	0·1 ccm	0%	0·01 n	0·1 ccm	1%
	0·3	1 „		0·3	20 „
	0·5	3 „		0·4—0·5	25 „
	0·8	80 „		0·6	50 „
0·01 n	0·1	100 „		0·7	70 „
	0·2—0·9	100 „		0·8—0·9	100 „
0·1 n	0·1	100 „	0·1 n	0·1—0·9	100 „
	0·2—0·9	100 „	n	0·1—0·5	100 „
n	0·1	100 „		0·6	90 „
	0·2	10 „		0·7	50 „
	0·3	0 „		0·8	30 „
	0·4—2·0	0 „		0·9	20 „
	3·0	0 „		1·0	8 „
	4·0	0 „		1·5	0 „

TABELLE VI.

$KAg(CN)_2$			Arg. lactic. (gesättigt = n)		
0·1 n	0·1 ccm	0%	0·01 n	0·01 ccm	3%
	0·2	1 „		0·03	6 „
	0·3	1 „		0·05	10 „
	0·4	6 „		0·1	100 „
	0·5	10 „		0·3—1·0	100 „
	0·6	25 „		1·0—5·0	100 „
	0·7	30 „	n	0·1	25 „
	0·8	40 „		0·3	0 „
	0·9	50 „		0·5	0 „
0·5 n	0·2	90 „		0·8	0 „
	0·4	100 „		1·0—5·0	0 „
	0·6—4·8	100 „			

TABELLE VII.

Arg. colloidale (0·2 g in 1000 ccm $NaNO_3$)

0·01 ccm	10%	
0·02	30 "	
0·05	100 "	
0·1	100 "	
0·3	100 "	Flüssigkeit dunkelschwarz
0·5	100 "	Flüssigkeit dunkelschwarz

$KAg(CN)_2$ verhält sich ganz anders als die übrigen Silbersalze; die Hämolyse beginnt bei viel höheren Konzentrationen und selbst 4·8 ccm $^1/_2$ *n*-Lösung erzeugt noch keine Agglutination. Man könnte denken, daß die Agglutination in höherem Grade als die Hämolyse von der Konzentration der freien Ionen abhängig sei. Diese Annahme wird unterstützt durch die Wirkungsweise von $AgNO_3$, $AgClO_3$ und Ag_2SO_4, welche bei folgenden Konzentrationen Agglutination erzeugen:

0·3 ccm $AgNO_3$ 0·1 *n* 0·39 ccm Ag_2SO_4 0·1 *n* 0·4 ccm $AgClO_3$ 0·1 *n*.

Wismutsalze sind sehr schwer löslich: sogar in gesättigten Lösungen wird keine Wirkung auf die roten Blutkörperchen ausgeübt. Man kann die Löslichkeit durch Säurezusatz steigern, dann aber muß die hämolytische Wirkung derselben berücksichtigt werden.

TABELLE VIII.

Bi_2O_3 gesätt. in $^1/_{20}$ *n* HNO_3		HNO_3 $^1/_{20}$ *n*	
0·2 ccm	0%	0·2 ccm	0%
0·5	0 "	0·5	5 "
0·8—2·0	0 "	0·8	10 "
3·0	5 "	1·0	10 "
4·0	10 "	2·0—7·0	40 "
5·0	20 "	8·0	20 "
6·0—9·0	60 "	9·0	20 "

$Bi(NO_3)_3$ gesätt. in $^1/_{20}$ *n* HNO_3	
0·2 ccm	10%
0·5	10 "
0·8—1·0	10 "
2·0—7·0	40 "
8·0—9·0	20 "

Somit verhält sich Bi_2O_3 der Säure gegenüber wie eine schwache Base, da es deren hämolytische Wirkung herabsetzt. Mit zunehmender Konzentration wird die Hämolyse stärker und übertrifft sogar die Wirkung der Säure. Wismutnitrat verhält sich anders, indem es von vornherein die Säurewirkung verstärkt.

TABELLE IX.

$SbCl_3$ — gesättigte Lösung

1/100 gesätt.	4·0	ccm	100%	
	5·0		80 „	— Flüssigkeit braun
	6·0—9·0		60 „	— Niederschlag
Gesätt.	0·1—3·0		10 „	
	4·0—9·0		0 „	

$SbCl_3$ wird bekanntlich durch Wasser zersetzt; es bilden sich Oxychlorverbindungen, die weiter in Oxyde und HCl zerfallen; die Anwesenheit des letzteren verursacht wahrscheinlich die starke Hämolyse.

As_2O_3 in gesättigter Lösung erzeugt weder Hämolyse noch Agglutination.

TABELLE X.

Na_3AsO_4 2 *n*

1·0 ccm	0%
2·0	5 „
5·0	8 „
6·0	10 „
7·0	12 „
8·0	15 „
9·0	20 „

TABELLE XI.

$SnCl_2 . 2H_2O$

0·01 *n*	0·8	ccm	0%
	1·0		10 „
	1·2		15 „
	1·5		30 „
	2·0		30 „
	2·5		50 „
	4·0		60 „
	5·0		80 „
0·1 *n*	0·8		100 „
	1·0—5·0		100 „

Die $SnCl_2$-Kristalle sind gewöhnlich an der Oberfläche etwas oxydiert, so daß man keine vollständig klare Lösung bekommt; unsere 0·1 *n*-Lösung mußte filtriert werden. Die Farbe der hämolysierten Flüssigkeit ist durchwegs bräunlich.

Goldsalze wirken sehr intensiv hämolytisch, aber sie agglutinieren auch in stärksten Konzentrationen nicht. Die Schätzung des

Hämolysegrades ist wegen der intensiv braunen Farbe der Lösung nur annähernd möglich.

Platin wirkt ähnlich wie Gold, nur tritt bei höheren Konzentrationen Agglutination auf.

TABELLE XII.

$AuCl_3$

0·02%	0·1 ccm	3%	
	0·2	10 „	
	0·3	10 „	
	0·4	30 „	
	0·5	50 „	
	0·6	100 „	
	0·8—1·0	100 „	
0·2%	0·1	100 „	die Flüssigkeit ist von tief brauner Farbe von zunehmender Intensität
	0·3—0·8	100 „	
	0·9	100 „	kein Niederschlag

$PtCl_4$

0·3%	0·6—0·9 ccm	100%
„	5·0	0 „

Wenn wir die Ergebnisse aller mit unserem Material angestellten Untersuchungen zusammenfassend betrachten, so sehen wir, daß die hämolysierende und agglutinierende Wirkung der Metallverbindungen weder zur Wertigkeit, noch zur chemischen Verwandtschaft und zur Konzentration, welche dem elektrolytischem Druck des Metalls entspricht, in irgend welcher Beziehung steht.

Es drängt sich aber hier eine Reihe von anderen zum größten Teil neuen Fragen auf. Vor allem haben wir schon oben die Erscheinung der Hemmung von Sedimentation agglutinierter Blutkörperchen unter der Wirkung von Silbersalzen von ganz bestimmter Konzentration hervorgehoben; es besteht hier vielleicht eine Analogie mit der Stabilisierung der Kolloide. Ferner haben wir auch mehrere Male den Farbenumschlag der agglutinierten Blutkörperchen erwähnt. Die spektroskopische Untersuchung ergab die Anwesenheit von Oxyhämoglobin in den chokoladebraunen Blutkörperchen. Diese scheinbar paradoxe Tatsache ließe sich nur dadurch erklären, daß der Farbenumschlag sich vielleicht ausschließlich auf die Oberfläche der Blutkörperchen beschränkt, während die inneren Partien unver-

ändert bleiben. Eine exakte Feststellung dieser Tatsache wäre ein schlagender Beweis dafür, daß die Oberflächenschichten in der Agglutination der roten Blutkörperchen die entscheidende Rolle spielen [1].

Besondere Aufmerksamkeit mußte der kombinierten Wirkung von zwei hämolytischen Verbindungen zugewendet werden, hauptsächlich wegen des komplexen Charakters hämolytischer Sera. Bekanntlich werden die roten Blutkörperchen erst dann durch inaktives hämolytisches Serum gelöst, wenn frisches normales Serum (Komplement) zugesetzt wird; es ist weiter bekannt, daß rote Blutkörperchen die Fähigkeit besitzen, aus inaktivem Serum dessen spezifische Bestandteile zu fixieren (Amboceptor). Die Wirkung von H_3BO_3 und KCN bietet in dieser Beziehung eine weitgehende Analogie.

Der Versuch wurde folgendermaßen angestellt. Die Blutkörperchen wurden eine Zeitlang in Berührung mit KCN [2] belassen und dann abzentrifugiert. So vorbehandelte Blutkörperchen wurden von einer gesättigten Lösung von H_3BO_3 aufgelöst, während frische Blutkörperchen in H_3BO_3 keine Hämolyse zeigten.

7·5 ccm gründlich gewaschene Blutkörperchen wurden mit 35 ccm $NaNO_3$ und 7·5 ccm $^1/_{10}$ *n* KCN vermischt. Nach $1^1/_2$ Stunden wurden die Blutkörperchen abzentrifugiert und mit ihnen die übliche Versuchsreihe mit gesättigtem H_3BO_3 angestellt (Kolonne II). Gleichzeitig wurden Versuche (Kolonne I) mit frischen Blutkörperchen mit gleichen Mengen von H_3BO_3 gemacht. In den in Kolonne III zusammengestellten Experimenten wurden zu frischen Blutkörperchen zu gleicher Zeit H_3BO_3 und 0·1 ccm $^1/_{10}$ *n* KCN zugesetzt.

[1]) Die oben angeführte Erklärung verdanken wir Herrn Prof. Cybulski. Die Beobachtungen am Spektroskop sind von uns vorläufig in zu bescheidenen Grenzen ausgeführt worden, als daß wir berechtigt wären, daraus weitergehende Schlußfolgerungen zu ziehen. Es wäre interessant zu untersuchen, ob die Geschwindigkeit und der Grad der Agglutination in irgend welcher Beziehung zu der Abnahme des Oxyhämoglobingehaltes steht.

[2]) KCN wirkt zwar an und für sich hämolytisch, aber erst in erheblich stärkerer Konzentration als die von uns in diesen Versuchen angewandten Lösungen

TABELLE XIII.

H_3BO_3 gesättigt	Hämolyse in % I	II	III
0·5	0	9	0
1·0	0	15	0
1·5	0	20	0
2·0	0	30	0
3·0	0	60	0
4·0	0	80	0

Die quantitative Bestimmung von KCN [1]) in der von den zentrifugierten Blutkörperchen abpipettierten Lösung ergab, daß in der Kolonne II auf jedes Röhrchen 0·048 ccm $^1/_{10}$ *n* KCN entfiel. 10 ccm der abpipettierten Lösung entspricht 3·1 ccm $^1/_{10}$ *n* $AgNO_3$, so daß 42·5 ccm der Lösung = 13·17 $^1/_{10}$ *n* $AgNO_3$. Die von 7·5 ccm Blutkörperchen fixierte Menge von KCN = 15 — 13·17 = 1·83. Da in unseren Versuchen jedes Röhrchen 10 ccm einer 2% Blutkörperchenaufschwemmung enthielt, befand sich in jedem Röhrchen der Kol. II 0·048 $^1/_{10}$ *n* KCN. Die in den Röhrchen der Kol. III zugesetzte Menge ist mehr als zweimal größer; trotzdem aber ist hier die Hämolyse = 0.

Ähnliche Ergebnisse erhielten wir mit der Wirkung von Fe- und Mn-Salzen auf cyanisierte Blutkörperchen; hier scheinen sich jedoch die Verhältnisse komplizierter zu gestalten wegen der zwischen den Salzen und KCN auftretenden Niederschläge.

Es muß hervorgehoben werden, daß diese Sensibilisierung von Blutkörperchen von der Wirkung von Doppelsalzen grundsätzlich verschieden ist; wir haben schon oben gesehen, daß z. B. $KAg(CN)_2$ eine bedeutend schwächere Wirkung entfaltet als seine beiden Komponenten.

Zum Schluß erfüllen wir die angenehme Pflicht, Hrn. Prof. Dr. J. Nowak, in dessen Institute diese Untersuchung ausgeführt worden ist, unseren verbindlichsten Dank auszusprechen.

Während der Drucklegung unserer Arbeit ist zu unserer Kenntnis die Abhandlung von L. Hirschfeld [2]) gelangt, in welcher sich der Verfasser mit der Agglutination der roten Blutkörperchen

[1]) Nach Volhard; nach $AgNO_3$-Zusatz würde rasch filtriert.

[2]) Arch. für Hygiene 63. 237. 1907.

unter dem Einfluß von Sera, Kolloiden und schweren Metallen beschäftigt. Auf Grund seiner Versuche kommt er unter anderem zu dem folgenden Schlusse: „Die Ionen der zweiwertigen Metalle wirken um so besser agglutinierend, je kleiner ihre Entladungsspannung ist". Auf Grund unserer Versuche sind wir zu einer entgegengesetzten Schlußfolgerung gelangt. Wir hoffen demnächst näher auf diese Angelegenheit zurückzukommen.

Krakau. Mikrobiologisches Institut (Direktor: Prof. Dr. J. Nowak).

---

38. *Studya nad cenomanem podolskim. I. Fauna piasków niżniowskich. — Studien im Gebiete der Cenomanbildungen von Podolien. I. Die Fauna der cenomanen Sande von Niżniów.* Mémoire de M. **STAN. WEIGNER**, présenté par M. Lad. Szajnocha m. c.

Am westlichen Rande der podolischen Platte ist das Cenoman in Form von lichten, grauen und gelblichen Sanden, sandigen Konglomeraten, welche lokal in eine Phosphoritschicht übergehen können, und von grobbankigen, grauen, sandigen Mergeln entwickelt. Diese in den Tälern der Flüsse Złota Lipa, Koropiec und im Dniestr-Tale von Ujście Zielone bis ungef. Zaleszczyki gut aufgeschlossenen Schichten waren schon längst bekannt, ebenso wie ihre Zugehörigkeit zu der cenomanen Stufe. Die nähere Horizontierung aber und deren Parallelisierung mit anderen, an der podolischen Platte entwickelten Cenoman-Ablagerungen war unmöglich wegen der großen Armut an bezeichnenden Fossilien.

Während meiner Cenoman-Studien in Podolien habe ich meine Aufmerksamkeit auch diesen Schichten zugewendet, und es gelang mir, in ihnen eine Fauna aufzufinden, welche zwar an Gattungen nicht besonders reich, jedoch immerhin geeignet war, auf diese Fragen ein Licht zu werfen.

Die Fauna fand sich in der längst bekannten und von Alth[1]) beschriebenen Entblößung am rechten Dniestr-Ufer, 3 km nördlich vom Städtchen Niżniów.

[1]) Alth: Die Gegend von Niżniów und das Tal der Złota Lipa in Ost-Galizien. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anstalt. XXVII, Wien 1877, S. 319.

Man sieht dort folgende Schichtfolge, welche für die Ausbildung des Cenomans dieses Gebietes als typisch angesehen werden kann (vergl. Fig. 1).

Bis ungef. zur Mitte der Uferwand reichen gelbliche und weiße, grobbankige, etwas dolomitische Jurakalke mit Feuersteinen. Über ihnen liegt eine Serie der cenomanen Schichten.

1) Unmittelbar auf dem Jurakalke bemerkt man eine Konglo-

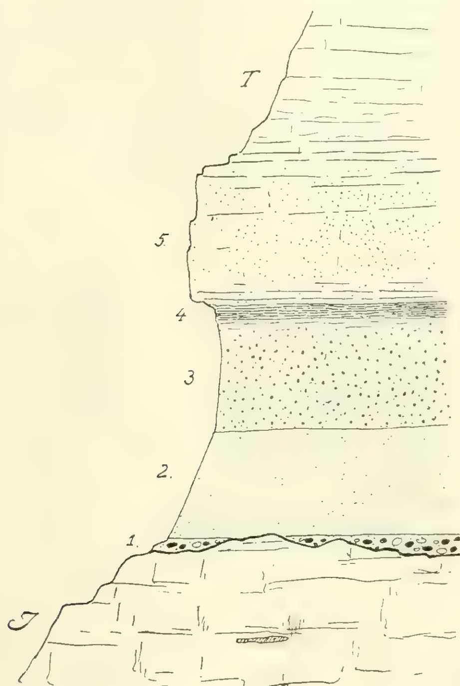


Fig. 1.

merat-Schicht von geringer und wechselnder Mächtigkeit (bis zirka 20 cm). Schwarzes Hornstein-Geröll, Jurakalk-Brocken, mitteldevonische Dolomite und Kalke von Wallnuß- bis Faustgröße bilden die Komponenten dieses Konglomerats, grobkörniger, glaukonitreicher Sand tritt als Bindemittel auf.

2) Es folgt eine 1·5 m mächtige Sandschicht. Der Sand ist hell, von graulicher bis gelblicher Farbe und besteht aus mittelgroßen, gut abgerundeten durchsichtigen Quarzkörnchen; manche

Partien des Sandes sind durch ein kalkiges Bindemittel verkittet und bilden einen lockeren, leicht verwitternden Sandstein. In den oberen Teilen der Schicht sind hie und da unregelmäßige, abgerundete, kleine, schwarze Hornsteinsplitter zerstreut, deren Zahl nach oben rasch zunimmt, so daß die Sandschicht in einen

3) sandigen Konglomerat übergeht. Die Hauptmasse dieses Konglomerats bilden die oben erwähnten schwarzen, kleinen Hornstein-Splitter und -Gerölle und ein grünlicher, ziemlich grobkörniger, kalk- und glaukonitreicher Sand. Daneben treten auch zahlreiche unregelmäßige Phosphoritknollen, sowie phosphoritische Molluskensteinkerne und Hexactinelliden-Skelette auf. Die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt ebenfalls zirka 1·5 m.

4) Ein dunkler, sehr kalk- und sandreicher Ton mit Phosphoritknollen und vielen kleinen Glaukonitkörnchen überlagert als eine dünne, 25—30 cm mächtige Schicht diesen sandigen Konglomerat. Über ihn liegt

5) licht-grauer sandiger Mergel. Er ist grobbankig, hart und unterliegt der Verwitterung nicht so leicht, wie die unteren sandigen Schichten, bildet deshalb eine aus der Unterwand hervorragende, zirka 2 m mächtige Schwelle. Seine unteren Partien führen noch schwarze Hornsteingerölle und zahlreiche Phosphoritkonkretionen, die oberen Partien werden allmählich immer heller, immer mehr kalkhaltig und gehen so langsam in den weißen Kreidekalk über. An Fossilien ist dieser Mergel sehr arm, Alth (a. a. O., S. 334) zitiert aus ihm folgende Formen: *Pecten laminosus*, *Neithea quinquecostata*, *Spondylus* cf. *striatus*, *Ostrea* sp., *Terebratulina* sp. *(T. chrysalis)*, *Inoceramus* cf. *concentricus*, *Rhynchonella octoplicata (?)*, *Terebratula* sp., *Belemnites* sp., *Serpula* sp.

Der sandige Mergel schließt die Serie der cenomanen Schichten: auf ihm liegt die turone, bzw. senone „weiße Kreide ohne Flinten" (ohne Versteinerungen), welche von diluvialen Schottern und Löß überlagert ist.

Aus der großen Zahl der Fossilien, welche ich in den Schichten 2), 3) und 4) gesammelt habe, ließen sich folgende Formen bestimmen [1]).

[1]) Die aus dem galiz. Podolien bisher nicht angeführten Formen sind mit Sternchen * bezeichnet.

Brachiopoda.

1. *Rhynchonella compressa* Lam., seltene kleine Exemplare, den bei Geinitz[1]) Taf. 36. F. 22. abgebildeten ähnlich.

*2. *Rhynchonella antidichotoma* Buv. Unsere Formen gehören unzweifelhaft dieser Gattung an, obgleich sie einige von den typischen[2]) etwas abweichende Merkmale zeigen: etwas niedrigeren Schnabel, größere Wölbung der kleinen Schale, etwas tieferen Sinus. Diese Merkmale zeigt auch die von Tiessen aus subherzynen Tourtiabildungen beschriebene[3]), der *Rh. antidichotoma* Buv. nahestehende *Rh. subhercynica* Tssn., nur sind sie hier noch stärker ausgebildet, als bei unseren Formen.

3. *Rhynchonella sigma* Schl. (selten).

*4. „ *Grassiana* d'Orb. (selten).

Lamellibranchiata.

5. *Ostrea* (*Alektryonia*) *carinata* Lam. (häufig).

6. „ (*Gryphaea*) *hippopodium* Nilss. (nicht selten).

7. *Exogyra canaliculata* Sow. Tritt in den Sanden (Sch. 2) in Hunderten von Exemplaren von verschiedener Größe und Form auf.

8. *Exogyra conica* Sow. (sehr häufig).

*9. „ cf. *E. haliotoidea* Sow. (einige Exemplare).

*10. *Pecten inserens* Geinitz. Diese von Geinitz (a.a.O., S. 197, T. 44, Fig. 7) kurz beschriebene, durch seine Berippung leicht erkenntliche Gattung scheint in Niżniów nicht selten zu sein.

11. *Pecten* (*Syncyclomena*) *orbicularis* Sow. (häufig).

*12. „ cf. *P. Galliennei* D'Orb. (selten).

13. *Janira* (*Neithea*) *quinquecostata* Sow. (selten).

*14. *Pteria* (*Oxytoma*) *pectinata* Sow. Die zahlreichen Exemplare stimmen gut mit den Formen überein, welche Woods[4]) aus englischem Gault und Cenoman beschrieben und abgebildet hat.

*15. *Plicatula gurgitis* Pict. et Roux. Unsere Formen unterscheiden sich von den von Woods (a. a. O., S. 137, Taf. 25, Fig. 13 bis 21) abgebildeten durch ihren regelmäßigeren Verlauf der Rip-

[1]) Geinitz, Elbtalgeb. Paläontographica. XX. 1.

[2]) Z. B. bei Orbigny, Paleont. Franc. IV. Taf. 500, F. 1—4.

[3]) Tiessen. Die subhercyne Tourtia. Zeischr. d. deutschen geol. Ges. 1895. S. 461, Taf. XVII. F. 4.

[4]) Woods. A Monograph of the cret. Lamellibr. of Engl. Pal. Soc. 1905. T. VIII. Fig. 8—14

pen und ähneln in dieser Hinsicht mehr den Figuren 6 und 7. Taf. 463 bei d'Orbigny (Pal. France. — *Plicatula radiola* = *Pl. gurgitis*).

*16. *Aucellina gryphaeoides* Pomp. Zahlreiche Steinkerne und beschalte Exemplare habe ich in Niżniów in den Schichten 3 und 4 gefunden. Sie stimmen mit den Beschreibungen und Abbildungen. wie wir sie z. B. bei d'Orbigny[1]. Pompeckij[2] und Woods[3] finden, überein.

17. *Inoceramus striatus* Mant. Goldf., ein Bruchstück.

Cephalopoda.

18. *Belemnites ultimus* d'Orb. Aus dem sandigen Konglomerate (Sch. 3) und dem sandigen Ton (Sch. 4) habe ich zahlreiche Exemplare dieser an dem elliptischen Alveolarende. der kurzen Fissur. der leicht spindelförmigen Gestalt des Rostrums nicht schwer erkennbaren Belemnits gefunden. Sie stimmen mit den Angaben und Abbildungen Schlüters[4] vollständig überein.

*19. *Belemnites Tourtiae* sp. n. Der Konglomerat (Sch. 3) lieferte neben dem *Belemnites ultimus* noch eine Anzahl von Belemniten. welche ich als neue Art bezeichnet habe. Diese Formen (Fig. 2. 3. 4) zeichnen sich durch ihre geringe Größe aus: sie überschreiten 30 mm nicht. die Länge der Durchschnittsexemplare beträgt zirka 28 mm. Die Gestalt des Rostrums ist mehr oder weniger spindelförmig: die größte Dicke befindet sich etwas unterhalb der Mitte. während nach unten das Rostrum rasch abnimmt und sich auch oben ein wenig verschmälert. Das Alveolarende hat elliptischen Querschnitt. ebenso wie die seichte kleine Alveole. Der Schlitz ist an den meisten Exemplaren nicht sichtbar. einige zeigen jedoch an der dorsalen Seite eine sehr kurze Vertiefung. An beiden Seiten des Rostrums sieht man immer deutliche. obzwar nicht tiefe Furchen verlaufen. welche bis ungef. zu dessen Ende reichen. Unter der Loupe bemerkt man an besser erhaltenen Exemplaren außerdem noch zwei parallele vertiefte Linien. welche den Gefäßeindrücken mancher Belemniten nicht unähnlich sind. — So gestaltete Formen

[1]) D'Orbigny, a. a. O., T. 403, Fig. 6—8 (*Inoc. Coquandianus*).

[2]) Pompeckij. Über Aucellen. Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. Beil.-Bd. XIV, S. 354, 365, Taf. 16, Fig. 6—8.

[3]) Woods, a. a. O., II. S. 72, Taf. X.

[4]) Schlüter, Cephalopoda. Paläontogr. XXIV, S. 184, T. 52, Fig. 1—5.

unterscheiden sich wohl von dem nahe verwandten *Bel. ultimus*: der Querschnitt, welcher bei *Bel. ultimus* nur am Alveoralende elliptisch, im übrigen aber rund ist und an unseren Formen infolge der Seitenimpressionen immer etwas verdrückt erscheint, das Vorhanden-

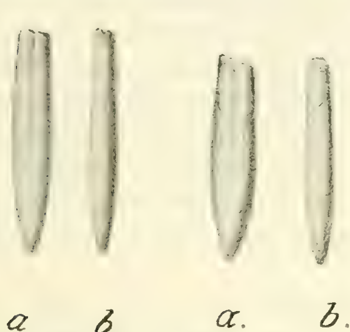


Fig. 2. u. 3.
Bel. Tourtiae a) Seitenansicht, b) Rückenansicht.

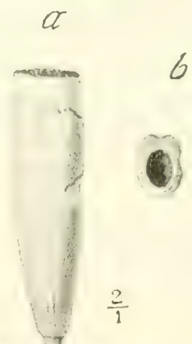


Fig. 4. a) untere Hälfte des Rostrums, b) Alveoralende von oben gesehen, zweimal vergrößert.

sein der Furchen und Gefäßeindrücke, die bei *Bel. ultimus* gänzlich fehlen, endlich die allgemeine, mehr ausgesprochen spindelförmige Gestalt können als trennende Merkmale gelten.

Sehr ähnliche, wenn nicht identische Belemniten erwähnt und zeichnet Schlüter[1]) aus dem Grünsande mit *Pecten asper* von Herten in Westphalen. Die Dürftigkeit des Materials — er besaß nur einige kleine Bruchstücke — erlaubte ihm nicht, eine neue Gattung auszuscheiden.

Vermes.

20. *Serpula gordialis* Schl. ziemlich häufig.

Außerdem fanden sich in unseren Schichten einige unbestimmbare *Gasteropoden*-Steinkerne, Fisch-Wirbel und -Zähne (*Lamma, Oxyrhina, Pycnodus complanatus* Ag.), Saurier-Zähne, eine große Anzahl Schwämme und Stücke von versteinertem Holz. Die Komponenten des unteren Konglomerats zeigen häufig Bohrlöcher von *Gastrochaena Ostreae* Gein.

---

[1]) Schlüter, a. a. O., S. 185, Fußnote, Taf. 52, Fig. 6—8.

Wollen wir jetzt auf Grund der angeführten Fauna an die Horizontierung unserer Schichten herantreten. Es kommen hier besonders zwei Formen in Betracht, nämlich *Belemnites ultimus* d'Orb. und *Aucellina gryphaeoides* Pomp. Der erstere ist eine untercenomane Form; er steigt zwar auch höher, wird aus dem Varians-, ja aus dem Rhotomagensis-Pläner genannt [1], ist aber in diesen oberen cenomanen Horizonten recht selten, während er im unteren Cenoman, der Tourtia massenhaft auftritt und für diesen Horizont in Nordwestdeutschland die leitende Form ist. Ebenso für die Tourtia leitend kommt in England und in NW-Deutschland *Aucellina gryphaeoides* vor, die zwar auch die Grenzen des unteren Cenomans nach unten und oben überschreitet, in den oberen Horizonten jedoch sehr selten erscheint.

Dieses Zusammentreten der beiden Formen in einer großen Anzahl von Exemplaren in den Sanden und Konglomeraten von Niżniów spricht für das untercenomane Alter derselben.

Die übrige dort gefundene Fauna widerspricht diesem Schlusse in keiner Weise. In der ganzen Liste der 19 Arten, die wir in derselben finden, gibt es nur eine einzige Form, die aus der Tourtia noch nicht bekannt war, die unterkretazische *Rhynchonella antidichotoma* Buv. Einige Formen sind oberhalb des unteren Cenomans nicht bekannt (*Rhynchonella sigma*, *Pecten inserens*, *Pteria pectinata*, *Plicatula gurgitis*), die anderen im ganzen Cenoman verbreitet. Bemerkenswert ist hier die große Zahl von Formen, welche aus der unteren Kreide bekannt sind: auf 19 Arten der Liste finden sich 10 (also mehr als die Hälfte) von solchen, die die Grenze des Cenomans nach unten überschreiten.

Der untere Cenoman ist bisher von Podolien nicht bekannt. Nach der Auffassung Zaręczny's [2] (welche dann von allen späteren Forschern übernommen wurde) bildeten die untersten Glieder des podolischen Cenomans die Spongien-Schichten von Warwaryńce (am Seret), die Zaręczny als Äquivalent des untersten Varianspläners betrachtet. Die Sande und Konglomerate am Dniestr, Koropiec u. s. w. entsprachen nach Zaręczny's Meinung dem obersten Cenoman, dem Horizonte mit *Acanth. Rhotomagensis*.

[1]) Stolley, Zur Kenntnis der NW-deutschen oberen Kreide. Jahresber. des Ver. f. Naturwiss. zu Braunschweig, XIV, Braunschw. 1905, S. 6.

[2]) Zaręczny, O średniem ogniwie warstw cenomańskich w Galicyi Wschodniej. Berichte des Physiogr. Komm. der Krakauer Akad. 1873.

Unsere Resultate führen uns zu einem anderen Schlusse: Die untere Grenze des Cenomans und der Beginn der cenomanen Transgression über den westlichen Rand der podolischen Platte müssen nach unten verschoben sein. Die untersten transgredierenden Bildungen des Cenomans sehen wir hier in den Sanden und Konglomeraten am Dniestr, an der Złota Lipa und am Koropiec, welche ich unter dem Namen „Niżniower Sande" zusammenfasse (Zaręczny's oberster Cenoman). Die hangenden sandigen Mergel (Schichte 5) von Niżniów bilden wahrscheinlich das Äquivalent der von Zaręczny beschriebenen, an der Strypa und dem Seret typisch entwickelten Varians-Mergel.

Aus dem geologischen Institute der Jagellonischen Universität in Krakau.

---

39. *Zbiory L. Zejsznera z Kieleckiego dewonu. — Sur la faune dévonienne des environs de Kielce d'après les collections originales du feu le prof. L. Zejszner.* Note de M. ***J. SIEMIRADZKI***, présentée par M. F. Kreutz m. t.[1]).

(Planches XIII et XIV).

Malgré la publication d'une belle monographie sur les fossiles paléozoïques de la Pologne par M. Gürich, il m'est possible de compléter son important travail par une riche série qui provient de la collection du feu le prof. Zejszner et qui contient un nombre considérable d'espèces nouvelles pour le Dévonien polonais. En renvoyant le lecteur à la monographie de M. Gürich pour l'ensemble de la faune dévonienne, je me borne dans les lignes suivantes à l'énumération des espèces qui n'ont pas été recueillies par ce savant.

1) *Cyathophyllum obtortum* M. Edw. e. Haime. 1853 Brit. Foss. Corals, p. 225 tb. 49, fg. 7.

Une espèce différente de *C. heterophyllum*. Polypier cylindrique, avec une épithèque rayée, 70 cloisons divisées nettement en deux séries. Les cloisons primaires atteignent le centre et sont enroulées à gauche. Dans leur partie extérieure ces cloisons sont fortement épaissies par la superposition de deux lamelles de stéréoplasme, tan-

[1]) Cette Note est le résumé d'un Mémoire paru dans les *Sprawozdania* de la Commission de Physiographie de l'Académie des Sciences de Cracovie, Vol. 43.

dis que les cloisons secondaires restent fines et ne se prolongent pas jusqu'au centre. La différence de la coupe transversale entre notre espèce et *C. heterophyllum* consiste en ce que les cloisons primaires y sont réunies dans leur moitié extérieure par 15 lamelles verticales; dans la partie intérieure on ne voit que des simples vésicules qui ne touchent pas les cloisons.

Localités: Skały (horizon à *Calceola sandalina*).

2) *Cyathophyllum helianthoides* var. *philocrina* Frech. (Mitteldevon· p. 36, pl. 4, fg 1—4).

Un seul individu des calcaires à *Stringocephalus* de Skały.

3) *Cyathophyllum quadrigeminum.* Gf.
(1886 Frech. Cyathophylliden u. Zaphrentiden d. Mitteldevons. p. 72, pl. 3, fg. 1).

Skały (Dévonien moyen).

4) *Cyathophyllum Sedgwickii* M. Edw. e. Haime. (Brit. Devon. Corals. p. 231, pl. 52, fg. 3).

Localités: Wietrznia, Brzeziny (couches à *Rhynch. cuboides*).

5) *Cyathophyllum aff. anisactis* sp. nova.

Voisine du *C. anisactis* Frech (Cyathophylliden u. Zaphrentiden etc., p. 76. pl. 7. fg. 14), cette espèce en diffère par sa taille plus grande, par ses cloisons secondaires plus faibles, ainsi que par l'enroulement des cloisons primaires au milieu. *C. isactis* en diffère par ses cloisons qui sont égales dans les deux ordres.

Localités: Żyznów et Radzimice (couches à *Rh. cuboides*).

6) *Cystiphyllum vesiculosum* Gf.

plusieurs échantillons de Skały, Łagów et Wietrznia.

7) *Cystiphyllum cristatum* Frech (Cyathoph. u. Zaphrentid. etc., p. 109, pl. 8. fg. 26).

Localité: Skały.

8) *Cystiphyllum lateseptatum* Frech (Cyathophyllid. etc., p. 108. pl. 8. fg. 2. fg. 22).

Localité: Skały.

9) *Clisiophyllum (Dibunophyllum) praecursor* Frech (Korallen d. Oberdevon. p. 91, pl. 7. fg. 1).

Localité: Łagów.

10) *Actinocystis granulifera* Frech. (1885: Üb. d. Kalkgerüst der Tetrakorallen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., pl. 41, fg. 1).

Un bel échantillon de Skały est identique à la figure citée de Frech.

11) *Zaphrentis Guilleri* Barrois. (1831. Recherches s. l. terrains anciens des Asturies, p. 197, pl. 7, fg. 3).

Un échantillon de Łagów.

12) *Hallia callosa* Ludw. (Frech. l. c. Mitteldevon. p. 84, pl. 8. fg. 1, 4, 4—a, 11—15, 18, 19).

Localité: Śniadka.

13) *Microcyclus Eifliensis* Kays. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1872, p. 692, pl. 27, fg. 8).

Localité: Sitka.

14) *Acanthocyclus devonicus* n. sp.

Petit polypier discoïde, à cloisons composées de 100 rangées radiales de tubercules qui sont également visibles sur les deux faces du disque. Epithèque ornée de tubercules serrés qui se groupent en anneaux concentriques et de côtes radiales irrégulières. Localité: Sitka; échantillon unique.

15) *Aulopora serpens* Schlth. de Sitka.

16) *Plasmopora devonica* n. sp.

diffère des espèces siluriennes de ce genre par la disparition des cloisons et par les vésicules plus grandes du réseau intercellulaire.

Localité: Skały; échantillon unique.

17) *Emmonsia hemisphaerica* M. Edw. e. Haime.

Localité: Sitka.

18) *Polypora striatella* Sandb. Sitka.

19) *Lingula anatinaeformis* Pusch. (*L. subparallela* Sandb.) Łagów.

20) *Lingula paralleloides* Gein. Localité: Kostomłoty.

21) *Orbiculoidea discoides* Pusch. (Polens Paläontologie p. 93, pl. 9, fg. 3).

Diffère de *O. nitida*, avec laquelle M. Gürich la confond, par la position différente du sommet de la valve inférieure qui est rapproché du bord antérieur, tandis qu'il est central chez *O. nitida.* Bratków (schistes à *Posidonia venusta*).

22) *Orthis interlineata* Sw. (Davids, Brit. foss. Brachiop). Localité: Wietrznia, Skały (couches à *Rhynch. cuboides*).

23) *Skenidium* (*Mystrophora*) n. sp. indet.

Kadzielnia (couches à *Rh. cuboides*).

24) *Leptaena retrorsa* Kays. (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges., 1881, p. 335, pl. 19, fg. 5).

D'après M. Gürich, dans le calcaire dévonien supér. de Kadzielnia doit se trouver *Strophomena interstrialis;* pourtant, cette

espèce ne dépassant pas la limite du Dévonien moyen. cette affirmation me paraissait douteuse. En effet un échantillon bien conservé des calcaires à *Rh. cuboides* de Brzeziny appartient sans aucun doute à *L. retrorsa* Kays.

25) *Leptaena Sedgwickii* Arch. e. Vern. 1890 (Oehlert. Dévonien d'Angers. p. 776, pl. 19. fg. 8. pl. 20, fg. 1).

Un peu plus bombée et plus courte que la forme type. Localités: Skiby et Brzeziny (calcaires à *Rh. cuboides*).

26) *Strophomena anaglypha* Kays. (1871. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges, p. 628, pl. 14, fg. 3).

Localité: Skały.

27) *Thecidea Kielcensis* n. sp.

constitue probablement un genre nouveau. Je possède deux valves séparées des marnes à *Calceola* de Skały que je ne puis encore décrire positivement. Le test très épais est ponctué et montre des impressions des muscles et des veines très bien conservées qui ne laissent pas de doute que cette forme appartient à la famille des *Thécidéidés.*

28) *Atrypa flabellata* Gf., de Skały.

29) *Pentamerus brilonensis* Kays., un échantillon de Sitka.

30) *Rhynchonella uralensis* m. (nov. nomen)

1885. *Rh. nympha* var. *emaciata* Tschernyschew (non Barrande), Fauna des unt. Devon am Westabhange des Ural, p. 50, pl. 7, fg. 88).

Localité: Skały (marnes à *Calceola*).

31) *Dielasma Whidbornei* Dav.

Cette espèce est ordinairement confondue avec *D. sacculus* qui est une espèce du Carbonifère inf. Pour la forme dévonienne. il convient d'appliquer le nom donné par Davidson.

Localité: Skały (couches à *Stringocephalus*).

32) *Dzieduszyckia* nov. gen.

Dzieduszyckia Kielcensis F. Röm. (sp.)

1837. *Terebratula amphitoma* Pusch. Polens Paläontologie. pl. fg. 10. — 1866. *Terebratula Kielcensis* F. Römer (Zeitschr. d. deutsch. g. Ges., p. 671).

Plusieurs valves bien conservées dont une. tout à fait semblable à la figure de Pusch, a conservé ses spirales. Les noyaux sans test rappellent par leur forme à s'y méprendre *Rhynchonella inconstans* du Jurassique supérieur. Bec perforé. avec une aréa triangu-

laire. Un échantillon qui a conservé son test montre une structure fibreuse, avec des côtes plates et larges, séparées par des interstices étroits. Du sommet recourbé naît une forte cloison médiane qui se dirige vers le bord frontal. L'appareil brachial se compose d'une simple spirale étroitement serrée dont les sommets coniques diffèrent par leur position de tous les genres connus des *Atrypidés*: les sommets des cônes divergent vers les angles extérieurs de la charnière. La surface ornée de 25—40 côtes plates est entrecoupée de stries d'accroissement onduleuses et serrées.

Localité: Kadzielnia (couches à *Rh. cuboides* (?)).

33) *Cucullaea tenuiarata* Sandb. Localité: Skały.

34) *Posidonia acuticosta* (?) Sandb.

Une *Posidonie* appartenant au groupe de *P. Becheri* se trouve dans les schistes bitumineux de Bratków (couches à *Clymenies*).

35) *Avicula Wurmii* Römer. (Harzgebirg., pl. 6, fg. 7). Même localité.

36) *Aviculopecten* sp. Même localité.

37) *Murchisonia* (*Hormostoma*) *clavicula*. Oehlert. Localité: Zbrza.

38) *Pleurotomaria bicoronata* Sandb. Un échantillon défectueux de Sitka.

39) *Pleurotomaria bifida* Sandb. de Łagów.

40) *Dentalium taeniolatum* Sandb. de Kadzielnia.

41) *Orthoceras planicanaliculatum* Sandb. de Łagów.

A l'exception de plusieurs espèces nouvelles, l'ensemble de la faune est tout à fait identique à celui du bassin du Rhin. Les espèces mentionnées ci-dessus augmentent le nombre des formes communes aux deux bassins.

Explication des planches.

Dans le texte original de ce Mémoire, publié aux Comptes Rendus de la Commission de Physiographie (*Sprawozdania Komisyi Fizyograficznej*) de l'Académie des Sciences de Cracovie, Vol. 43, on trouvera une énumération complète des fossiles du Dévonien de Kielce provenant de la collection Zejszner. Quelques formes qui jusqu'à présent n'ont pas été décrites ou ne l'ont été qu'imparfaitement sont représentées dans les planches XIII et XIV.

Planche XIII.

1. *Rhynchonella uralensis* Siem. de Skały. 3 × 1.
2. *Skenidium sp. n.* (?) de Kadzielnia. 3 × 1.
3. *Dzieduszyckia kielcensis* Röm. de Kadzielnia. Gr. nat.
   a, c, d, e, f: noyaux sans test; *b*: valve dorsale vue par la face interne; *g*: valve dorsale avec le test.

4. *Cyathophyllum Sedgwickii* E. H. de Wietrznia. Gr. nat.
5. *Plasmopora devonica* n. sp. de Skały. Gr. nat.
6. *Thecidea (?) kielcensis* n. sp. de Skały. $^5/_2 \times 1$.
7. *Acanthocyclus devonicus* n. sp. de Sitka. 3×1. *a*: en dessous, *b*: en dessus.
8. *Acanthocystis granulifera* Frech. de Skały. Gr. nat.

Planche XIV.

1. *Cyathophyllum n. sp. aff. anisactis* Frech. de Żyznów, *a*: gr. nat., *b*: grossi.
2. *Cystiphyllum vesiculosum* Goldf. de Łagów. $^3/_2 \times 1$.
3. *Cyathophyllum heterophyllum* E. H. de Skały; *a*: $^3/_2 \times 1$, *b*: gr. nat.
4. *Avicula Wurmii* Röm. de Bratków. Gr. nat.
5. *Endophyllum elongatum* Schlüt. de Łagów. $^3/_2 \times 1$.
6. *Cystiphyllum lateseptatum* Frech. de Skały. $^3/_2 \times 1$.
7. *Clysiophyllum praecursor* Frech. de Łagów. $^3/_2 \times 1$.
8. *Cyathophyllum obtortum* E. H. de Skały. $^3/_2 \times 1$.
9. *Polypora striatella* Sandb. de Sitka. $^3/_2 \times 1$.
10. *Microcyclus Eifliensis* Kays. de Sitka. $^3/_2 \times 1$. *a*: en dessous, *b*: en dessus
11. *Lingula anatinaeformis* Pusch. de Łagów. $^3/_2 \times 1$.
12. *Atrypa plana* Kays. de Skały. Gr. nat.
13. *Cyathophyllum helianthoides* Goldf. de Łagów. $^3/_2 \times 1$.
14. *Cyathophyllum helianthoides mut. philocrina* Frech. de Skały. $^3/_2 \times 1$.
15. *Cystiphyllum cristatum* Frech. de Skały. $^3/_2 \times 1$.

Errata.

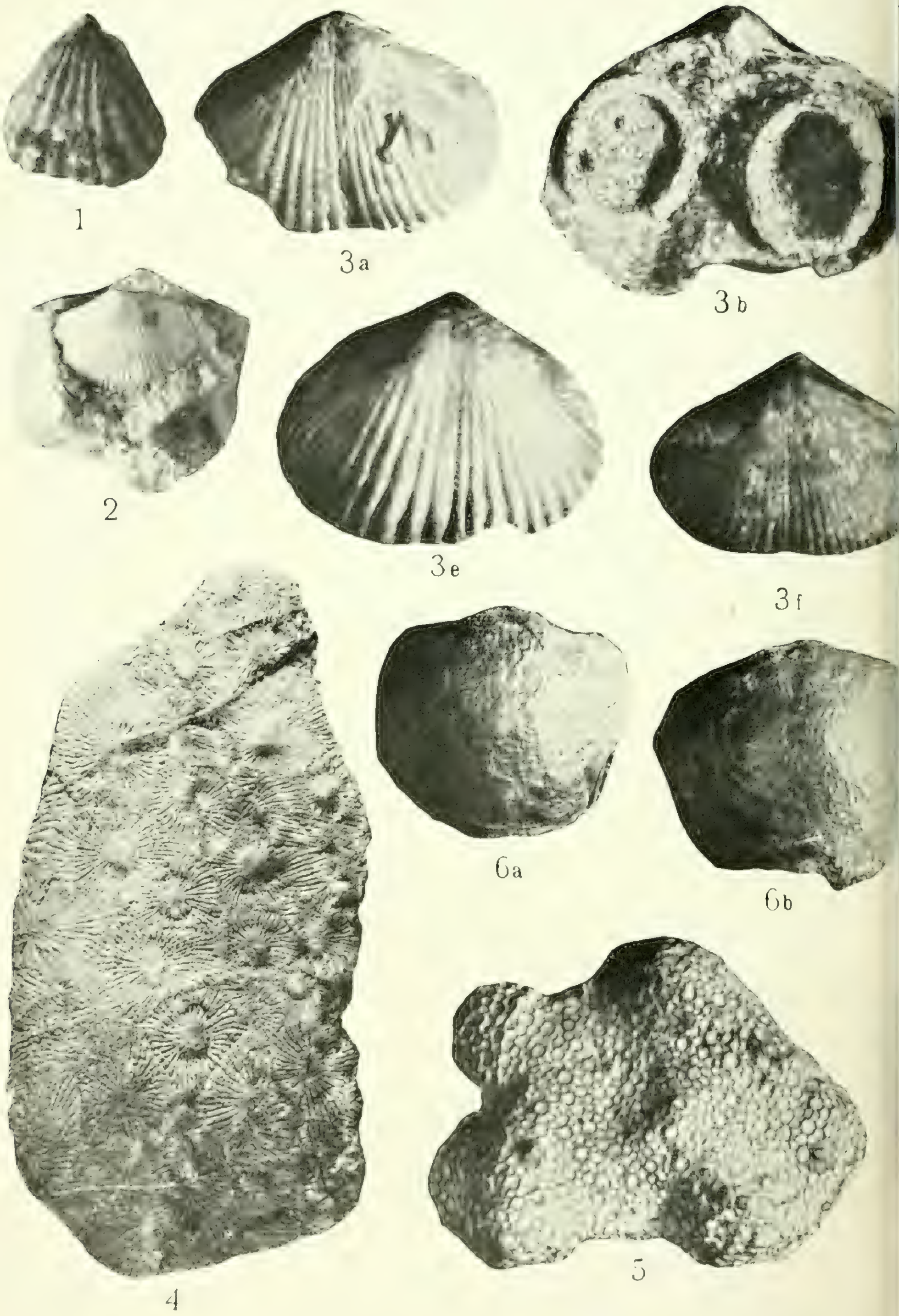
Page 682. ligne 10 en descendant: au lieu de: *A* und *B*, lire *A*.
Même page: remplacer la lettre *A* au dessous de la Fig. 6., par la lettre *b*.
Page 684. ligne 18 (de haut en bas): au lieu de Fig. 2., lire Fig. 3.

Nakładem Akademii Umiejętności.

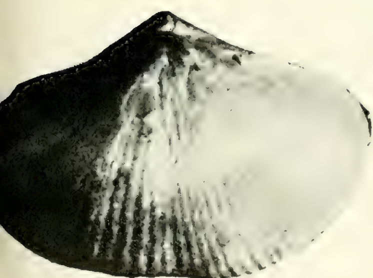
Pod redakcyą
Sekretarza Wydziału matem.-przyrod. Władysława Natansona.

Kraków, 1909. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, pod zarządem J. Filipowskiego.

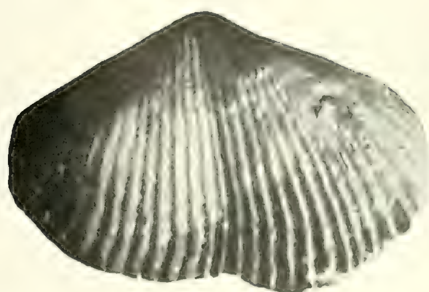
2 Czerwca 1909.



Dr. J. Siemiradzki.



3 c



3 d



3 g



7 a



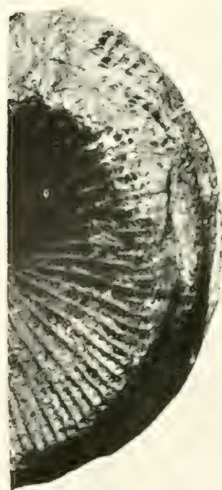
6 c



6 d



7 b



8

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE



1a



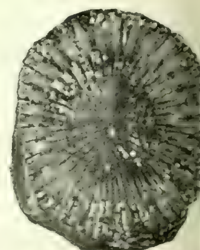
2



1b



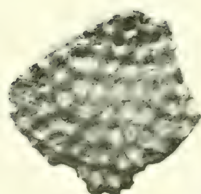
4



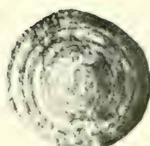
8a



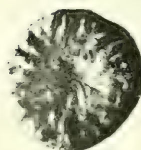
11



9



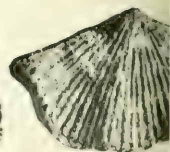
10a



10b

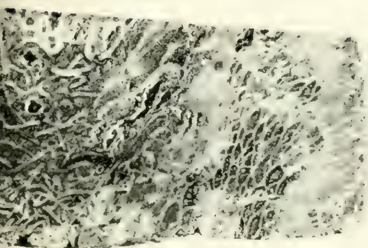


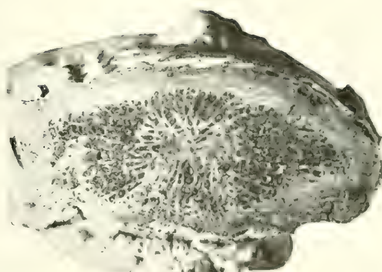
12a

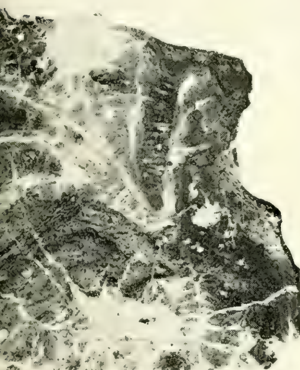


12b

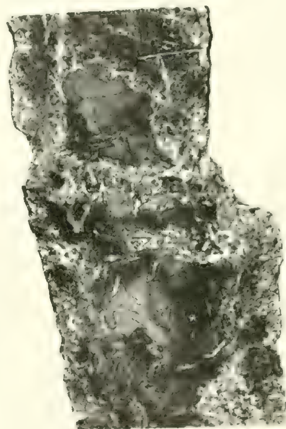
Dr. J. Siemiradzki.

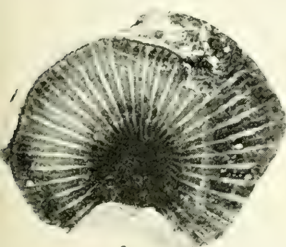

3a


3b


5

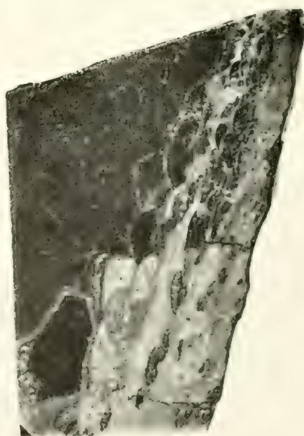

6


7


8 b


13


14


15

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE.

Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie
(Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles).

Année 1909. — Premier semestre.

Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.
DERNIERS MÉMOIRES PARUS.
(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A). Mathématiques; Astronomie; Physique, Chimie; Minéralogie; Géologie etc.

B). Sciences biologiques.

* Ce Mémoire se vend aussi séparément.

Les livraisons du Bulletin Int. se vendent séparément. Adresser les demandes à la Librairie »Spółka Wydawnicza Polska«, Rynek gł., Cracovie (Autriche).



New York Botanical Garden Library
3 5185 00257 9074